

Rapport de synthèse des expérimentations conduites dans le cadre du projet

RESTAURATION DE MILIEUX NATURELS IMPACTÉS PAR LA RENOUÉE DU JAPON

AVEC DES PLANTES D'ORIGINE LOCALE



Peio Lambert, Victor Basly, Brice Dupin



Table des matières

1	Introduction.....	3
1.1	Présentation du projet et contextualisation	3
1.1.1	Problématique de la Renouée du Japon dans les Pyrénées-Atlantiques.....	3
1.1.2	Objectif du projet	4
1.1.3	Synthèse des travaux menés sur la Renouée du Japon	4
1.2	Vers une stratégie de lutte contre la Renouée du Japon.....	4
2	Bilan des expérimentations menées	5
2.1	Localisation des sites expérimentaux	5
2.2	Les techniques de prélèvement	6
2.2.1	Fanage de la renouée	6
2.2.2	Fauche manuelle des tiges	7
2.2.3	Arrachage manuel de la biomasse aérienne et souterraine et recouvrement avec des géotextiles biodégradables	7
2.2.4	Arrachage mécanique de foyers	11
2.3	L'installation de barrières mécaniques.....	14
2.3.1	Mulch de laine de mouton, frondes de fougères.....	14
2.3.2	Paillages biodégradables : Thorenap®.....	15
2.3.3	Bâche noire d'ensilage et transparente	15
2.3.4	Pose de grillage à mailles fines.....	17
2.3.5	Mise en concurrence avec divers types de végétaux	17
2.3.6	Semis de mélanges herbacés divers	17
2.3.7	Implantation de ronces.....	19
2.3.8	Plantation de jeunes plants ligneux.....	20
3	Analyses croisées des résultats.....	20
3.1	Efficacité relative des techniques.....	20
3.2	Temps de travaux et coûts des techniques de lutte.....	22
3.3	Effets des facteurs écologiques sur la vigueur de la renouée	23
3.4	Réflexion sur la pertinence des interventions	25
3.4.1	Des interventions avec des impacts souvent négligeables	25
3.4.2	Proposition d'un arbre décisionnel à l'échelle de notre projet	25
3.5	Perspectives pour affiner les pratiques de gestion	27
3.5.1	Adaptation des pratiques	27
3.5.2	Développement de nouvelles techniques	27
4	Conclusion et perspectives	28

1 Introduction

1.1 Présentation du projet et contextualisation

1.1.1 Problématique de la Renouée du Japon dans les Pyrénées-Atlantiques

Les renouées asiatiques sont des plantes herbacées pérennes introduites en Europe au cours du 19^{ième} siècle. Le terme de renouées asiatiques est un terme utilisé pour désigner un complexe d'espèces dont la plus répandue est la renouée du Japon (*Fallopia japonica*). Il existe également la renouée de Sakhaline (*Reynoutria sachalinensis*), la renouée de Bohême et d'autres hybrides issues du croisement de ces espèces (Lavoie et al., 2017). La partie aérienne des renouées se compose de grandes tiges creuses cassantes qui sortent de terre avant le début du printemps. La croissance peut atteindre plusieurs centimètres par jour au maximum de leur développement végétatif au cours du mois d'avril. Les larges feuilles des renouées forment une barrière dense qui empêche la lumière d'atteindre le sol et donc réduit la capacité de développement de la flore indigène. Sous le sol, les renouées ont des rhizomes qui peuvent croître de plusieurs mètres par an et générer ainsi la dispersion du foyer. Les renouées asiatiques se dispersent donc majoritairement par multiplication végétative (Dommanget, 2014, Evette *et al.*, 2019). Si certains hybrides parviennent à former des graines viables, la dispersion par fragmentation et production de rhizomes est la plus commune. Sur les zones de présence de l'espèce, ce processus est souvent accéléré par les modes d'entretien des sites (fauche de route, curage de fossé, chantier avec des déplacements de terre, ...). Le département des Pyrénées-Atlantiques est particulièrement concerné par la problématique des espèces exotiques envahissantes car les conditions climatiques sont très favorables à leur installation (été humide et hiver doux).



Fig.1 : Renouée du Japon installée depuis plus de 50 ans

Sur la commune de Guiche, la Renouée du Japon est présente depuis 1970. Un premier foyer y a été implanté par un prêtre de retour de l'île de Taïwan. Son voisin agriculteur a ainsi pu constater l'extension progressive de cette espèce. Si les zones de montagne sont relativement épargnées du fait des conditions climatiques plus extrêmes, le climat océanique des plaines du département est très favorable à l'accomplissement de son cycle végétatif. Depuis une dizaine d'années, cette collectivité expérimente des techniques de lutte (pratiques d'arrachage, d'extraction de rhizomes de la terre, de broyage, de bâchage et de fauche). Bien que le développement des renouées soit fortement affecté par certains traitements, aucun foyer n'a pu être complètement éradiqué.

Conscient que les moyens humains et financiers disponibles sont insuffisants pour contenir cette espèce sur les terrains gérés, les services techniques ont monté un projet pour évaluer le potentiel de techniques d'ingénierie écologique sur des sites problématiques. L'intégration d'Eco-Altitude et de Semence Nature, ainsi que d'autres partenaires a permis de développer une première stratégie d'intervention.

1.1.2 Objectif du projet

Le projet développé avait pour objectif de :

- Faire une synthèse bibliographique et échanger avec des gestionnaires qui expérimentent des techniques de lutte ;
- Expérimenter des techniques de lutte dans des milieux colonisés diversifiés et représentatifs ;
- Mobiliser différents gestionnaires d'espaces dans la mise en œuvre des travaux ;
- Suivre la conduite des chantiers de lutte et évaluer leur efficacité ;
- Elaborer des fiches techniques pour favoriser le développement de pratiques de gestion adaptées dans le département (cf. Fiche retour d'expérience en annexe 1).

1.1.3 Synthèse des travaux menés sur la Renouée du Japon

Nous avons commencé par rechercher et analyser diverses études menées sur la Renouée du Japon. En parallèle, nous avons évalué plusieurs retours d'expériences de travaux de gestion de cette espèce exotique envahissante (EEE). Les expériences de techniques de gestion sont de plus en plus nombreuses et sont portées par des acteurs très différents sur les territoires (entreprises, collectivités, associations, ...). La diversité des acteurs qui s'attellent à cette problématique peut en partie expliquer la raison pour laquelle certaines méthodes aboutissent à des résultats disparates. Les dispositifs expérimentaux et le suivi des sites ne sont très souvent pas effectués de manière identique. En effet, tous ne disposent pas de budget ou de temps pour poursuivre les expérimentations, suivre des indicateurs pour quantifier les effets environnementaux des traitements et les comparer avec des relevés sur des zones non traitées... Nous avons ensuite téléphoné à certains auteurs de ces articles afin d'échanger sur leurs constats et retours d'expériences. Cela nous a permis d'en savoir plus sur l'efficacité des techniques expérimentées et les pistes de travail les plus prometteuses. Nous nous sommes ainsi basés sur l'état des connaissances disponibles sur la renouée et les moyens de lutte pour définir des protocoles de gestion de cette espèce exotique envahissante.

1.2 Vers une stratégie de lutte contre la Renouée du Japon

Depuis plusieurs années, le CD 64 développe des expérimentations visant à lutter contre le développement de la Renouée du Japon sur des sites en gestion. Afin de favoriser la réinstallation de végétation d'origine locale sur les sites envahis, cette structure a fait appel à Eco-Altitude et à Semences nature. Dans un premier temps, nous avons pu bénéficier des retours d'expériences sur l'efficacité de différentes techniques de lutte essayées par le CD64. Sur le site de Cambo les bains, divers essais d'arrachage des rhizomes, d'installation d'obstacles mécaniques (paillages tissés et grillages) et/ou des plantes locales ont été mis en œuvre avec des résultats limités. Etant donné la difficulté d'intervenir efficacement sur la dynamique de cette plante sans chambouler ou polluer les milieux envahis, le CD64 a souhaité monter un projet dédié à cette problématique avec les 3 structures suivantes :

- Eco-Altitude
- Semence Nature
- Cen Nouvelle-Aquitaine

Les structures suivantes ont ensuite été contactés pour intégrer leurs connaissances et attentes :

- CBNSA
- CBNPMP
- INRAE, IRSTEA, CEREMA
- SCOP Sagne
- Association chantier d'insertion Lagun
- Chambre d'agriculture 64, association paysanne EH LG
- Lycée agricole St Christophe, universités de Perpignan, Toulouse et de Bordeaux
- Représentants de paysagistes, gestionnaires de cours d'eau et de carrières d'extraction
- Scientifiques : Dr Florence Piola, Dr Soraya Rouiffed, Dr Fanny Dommagnet
- BE AQUABIO

Ces échanges ont permis de définir les objectifs du projet suivants :

- Chercher des techniques efficaces de régulation de la Renouée du Japon en revégétalisant les sites avec des espèces sauvages et locales ;
- Restaurer des milieux naturels en favorisant leur biodiversité caractéristique ;
- Expérimenter des techniques d'utilisation de végétaux de la marque « Végétal local » pour contribuer au développement d'une filière ;
- Sensibiliser des gestionnaires des routes départementales, des syndicats de rivières, de sites naturels à cette problématique et aux bons gestes à adopter ;
- Impliquer le monde professionnel et les citoyens dans la recherche de solutions.

De fin 2020 à fin 2022, une grande diversité d'actions ont alors été mises en œuvre afin d'évaluer leurs avantages et contraintes. Elles ont été conduites dans différentes conditions pédoclimatiques pour comparer la croissance et la résistance de la renouée aux interventions. Il s'agissait aussi de sensibiliser un large public et d'impliquer plusieurs structures dans la gestion de cette problématique. La partie ci-dessous présente les bilans des techniques de lutte expérimentées.

2 Bilan des expérimentations menées

2.1 Localisation des sites expérimentaux

Afin de pouvoir évaluer l'effet des conditions écologiques locales sur la dynamique de développement de la renouée nous avons décidé d'intervenir sur 7 sites du piémont pyrénéen situés entre Cambo-les bains et Lourdes (Fig. 2). Les sites retenus illustrent les principales conditions dans lesquelles la Renouée du Japon s'avère problématique pour les gestionnaires (espace naturels sensibles, prairie, lisière de forêt, bord de lac et de cours d'eau, bord de route).

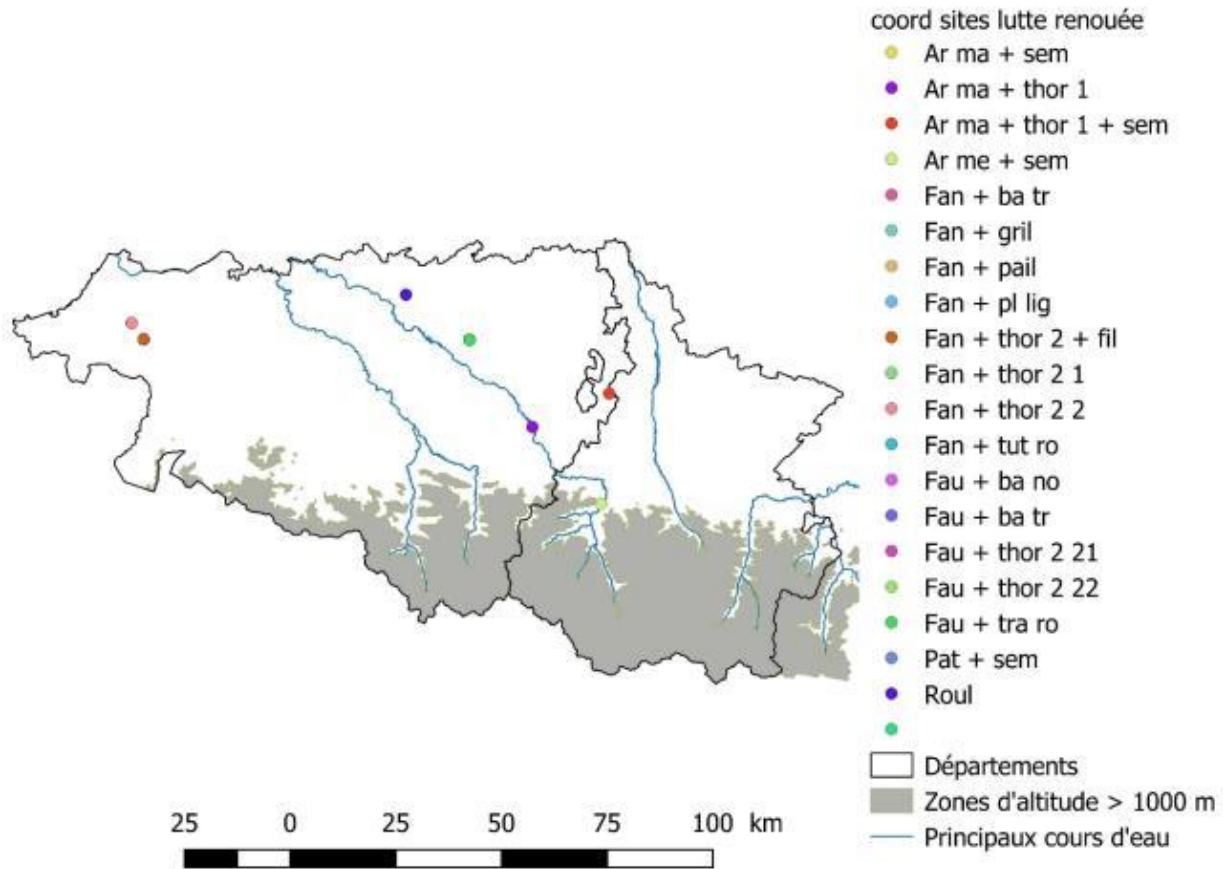


Fig.2 : Localisation des sites expérimentaux

Cette dispersion géographique était aussi intéressante pour travailler avec différentes structures concernées par cette problématique.

2.2 Les techniques de prélèvement

2.2.1 Fanage de la renouée

Le fanage de la renouée du Japon a été une technique de neutralisation de la biomasse que nous avons beaucoup utilisé sur le site de la colline de la Bergerie. Cette technique, très peu mentionnée dans la littérature scientifique, consiste à coucher et ou casser les tiges en les pliant. Les blessures provoquées sur les tissus végétaux des sections pliées limitent la croissance des tiges. Les tiges couchées constituent ensuite un paillage qui constitue une barrière physique gênante pour les nouvelles tiges. Rapide et facile à mettre en œuvre, cette technique ne présente pas de risque important de dispersion du foyer. Elle a été réalisée autour de jeunes plants d'arbres afin de permettre aux ligneux d'accéder pleinement à la lumière et dans des plantations de ronces (technique expliquée ultérieurement). Le fanage de tige ne permet pas de neutraliser un foyer. Il peut cependant constituer une alternative intéressante à des techniques plus lourdes d'arrachages ou de fauches car il limite les risques de dispersion de la Renouée du Japon. Elle est facile à mettre en œuvre sur de petites surfaces à l'aide d'un râteau ou d'un rouleau

2.2.2 Fauche manuelle des tiges

La fauche manuelle des tiges peut être appliquée à des foyers de taille réduite. Cette dernière peut s'effectuer à l'aide d'un sécateur ou d'une faux qui permet de couper les tiges de manière nette. Les débroussailluses sont à proscrire car elles génèrent des fragments susceptibles de produire de nouveaux plants. Cette fauche doit donc être réalisée dans le courant du printemps. Plusieurs études évoquent le mois de mai comme date idéale de fauche car c'est à partir de juin que la renouée commence à distribuer des photo-assimilés vers ses rhizomes (Alberternst *et al.*, 2006). La fauche effectuée en mai permettrait de limiter la recharge des rhizomes. Une quantité importante d'énergie a alors été puisée dans les rhizomes à partir de la fin de l'hiver afin d'assurer la croissance de la partie aérienne. La fauche peut être mécanisée pour des surfaces plus grandes.



Fig.3 : Fauche au lamier (16/09/21)

Afin de réduire l'emprise de la renouée sur le bord des routes et sa dispersion, un lamier a été testé comme alternative à l'épareuse sur la D945 à Bougarber. L'utilisation de cet outil a permis de couper proprement les tiges. Elle nécessite ensuite une organisation importante pour assurer le ramassage des tiges de renouées fauchées. Dans d'autres contextes, des fauches ont été réalisées au sécateur ou à la faux.

Différents articles montrent qu'il est décisif d'adapter la fréquence de fauche. Une fauche annuelle ne permet pas d'épuiser les rhizomes de manière marquée (Rouiffed *et al.*, 2011). Il y a néanmoins un intérêt si on répète ce traitement qui perturbe et réduit la recharge en énergie de ces organes souterrains (SPIGEST, 2019). Plusieurs études ont montré que la fauche répétée était source d'une augmentation du nombre de tiges (SPIGEST, 2018). Si cela peut sembler problématique, ce constat n'est en fait qu'une réponse des rhizomes à une situation de stress sous la forme d'une levée de bourgeons (Dommanget *et al.*, 2014). La plante cherche à faire de la photosynthèse pour recharger ses rhizomes. Seulement la sortie de ces néo-pousses induit une dépense d'énergie et donc la mobilisation de nouvelles réserves qui s'épuisent petit à petit (Schnitzler et Müller, 1998) et permettent à une flore indigène de s'installer à nouveau (Alberternst *et al.*, 2006). Néanmoins, l'obligation d'une intervention répétée génère souvent une reprise du foyer si la fauche est abandonnée.

2.2.3 Arrachage manuel de la biomasse aérienne et souterraine et recouvrement avec des géotextiles biodégradables

- Intérêt et conditions d'utilisation

Cette technique est très intéressante sur de petits foyers de Renouée du Japon poussant sur des sols meubles. Elle permet de retirer les plants de renouée à un coût limité. Elle nécessite de pouvoir gérer les rhizomes prélevés de manière à ne pas disperser l'espèce. Etant donné qu'il est techniquement impossible de retirer l'intégralité des systèmes racinaires, elle nécessite de revenir sur site pour réaliser des arrachages manuels pendant au moins un an.

- Expériences mises en œuvre en lisière de forêt à Ger

Ce chantier d'arrachage manuel a été développé sur une surface envahie de 40 m² en lisière de forêt. Il a été conduit dans le cadre d'un projet de restauration écologique d'une ancienne décharge porté par la Communauté de communes du Nord Est Béarn (CCNEB). Situé en bordure d'un site Natura 2000 sur la commune de Ger, ce site est ouvert au public. Les travaux ont été conduits par les acteurs suivants :

- Eco-Altitude pour la coordination de l'action
- CCNEB pour le financement du feutre Thorenap et les travaux de l'entreprise d'insertion
- Entreprise d'insertion Pépinière-Environnement pour la réalisation des travaux
- Entreprise Semence Nature pour les travaux et le suivi
- CEN Aquitaine pour le suivi du site après travaux

Les travaux de lutte contre la Renouée du Japon ont consisté à :

- nettoyer les abords du site envahi pour pouvoir faire le tour,
- couper les tiges de renouée et autres plantes avec des cisaillles et des sécateurs,
- arracher les racines de renouée à la pioche et à la fourche bêche et niveler le sol,
- plaquer et fixer le paillage sur toute la zone avec des agrafes et des pierres (une seule couche de feutre Torenap® de 1,2 cm d'épaisseur a pu être utilisée),
- recouvrir le paillage avec 5 cm de terre forestière prélevée à proximité du site,
- semer à la volée d'une dose de 200 kg/ha de semences d'origine locale (récoltée en 2021 sur une prairie de fauche à 30 km du site).



Fig. 4 : Chantier d'arrachage (16/09/21)



Fig. 6 : Déracinement



Fig. 5 : Pose du paillage en fibres de chanvre



Fig. 7 : Semis de la couche de terre déposée

La majorité des systèmes racinaires des plants issus de fragments de rhizome restant ont été méticuleusement arrachés. Les rhizomes enchevêtrés dans des racines d'arbres ou des pierres ont donné de nouvelles tiges qui ont été arrachés lors des trois visites réalisées :

- Le 03/12/2021, 5 plants ont été arrachés
- Le 03/06/2022, 120 plants ont été arrachés
- Le 13/12/22, 85 plants ont été arrachés



Fig. 8 : Végétation obtenue 7 mois après (03/06/22)



Fig. 9 : Végétation obtenue 13 mois après (13/12/22)

Lors d'un suivi réalisé par transect point contact, nous avons pu observer en juin 2022 que la Houlque laineuse composait plus de 80% du couvert végétal. Plus de 14 mois après le semis, les principales espèces présentes étaient la Houlque laineuse (environ 50% de recouvrement végétal), la Fétuque élevée (15%), le Dactyle aggloméré (15 %), le Ray gras (10%), la Centaurée jacée, la Porcelle enracinée, le Trèfle des près, le Trèfle blanc, la ronce, Cette dernière tend à coloniser la zone de sous-bois.

Les données technico-économiques montrent que les dépenses mobilisées sur ce chantier de lutte artisanal sont faibles. Elles ne prennent pas en compte les dépenses liées à l'organisation des chantiers et aux déplacements alors qu'elles peuvent être conséquentes.

Tableau 1 : Dépenses mobilisées sur le chantier d'arrachage de renouée à Ger (surface : 40 m²)

Postes de charges	Coût/m ²	Coût chantier	Temps travaux (heure/1 actif)	Coût travaux chantier €	Coût travaux chantier/m ² €	Coût total du chantier €
Coût du paillage et agrafe	3,48	139,23				139,23
Semences de prairie locales	0,02	0,80				0,80
Travaux d'arrachage et semis			24,00	750,00	18,75	750,00
Travaux d'entretien 1ère année			6,00	187,50	4,69	187,50

Total dépenses terrain €

1077,53

- Expériences mises en œuvre sur prairie à Baudreix

Ce chantier a été programmé à la suite d'une mise en relation du Conservatoire d'espace naturel de Nouvelle-Aquitaine avec le Syndicat Mixte de du Nord Est de Pau (SMNEP) qui gère cette zone de captage d'eau potable. Les partenaires qui ont contribué à ce projet sont :

- CEN Aquitaine, Eco-Altitude et CD 64 pour la coordination et réalisation de l'action
- SMNEP (Carole Paillet et d'Olivier Rolin), Zookeeper (Olivier Decuing), Mairie de Baudreix (Francis Escalé) pour le suivi des travaux
- Entreprise Semence Nature pour les travaux et le suivi

Les travaux de lutte contre la Renouée ont consisté à traiter 3 foyers sur une surface totale de 16 m² :

- Arracher manuellement des rhizomes à l'aide de pioches, fourches bêches
- Creuser des tranchées de 30 à 40 cm de profondeur sur les bords des zones remaniées afin de limiter le développement de rejets sur les côtés
- Agrafer une couche de Thorenap® de 1,2 cm d'épaisseur en épousant bien les formes des tranchées sur les trois foyers
- Dérouler le Thorenap® dans le fond des tranchées, les remplir de terre et rabattre le paillage vers le centre des parcelles pour fermer les boudins de terre



Fig. 10 : Foyers de Renouée après une gelée



Fig. 11: Traitement des 3 foyers (08/04/22)



Fig. 12 : Foyer de Renouée 3,5 mois après chantier (25/07/22)



Fig. 13 : Foyer de Renouée 7 mois après (08/02/23)

Dans ces conditions, la renouée n'a pas transpercé la couche de Thorenap® la première année après travaux. En revanche, le chiendent l'a perforée plus facilement. Un seul arrachage a été mis en place pour retirer les plants qui poussaient sur les bordures du feutre.

Tableau 2 : Dépenses mobilisées sur le chantier d'arrachage de renouée à Baudreix (surface : 16 m²)

Postes de charges	Coût/m ²	Coût chantier	Temps travaux (heure/1 actif)	Coût travaux chantier €	Coût travaux chantier/m ² €	Coût total du chantier €
Coût du paillage et agrafe	3,48	55,69				55,69
Semences de prairie locales	0,02	0,32				0,32
Travaux d'arrachage et semis			10,00	312,50	19,53	312,50
Travaux d'entretien 1ère année			4,00	125,00	7,81	125,00

Total dépenses terrain €

493,51

Cette technique est peu coûteuse sur de petits foyers. Elle est plus facile sur des sols meubles couverts de végétations herbacées. Elle est plus efficace sur des sites sur sols pauvres et secs exposés à de fortes amplitudes thermiques. La mobilisation de ressources pour développer de nouveaux tissus est alors plus lente, ce qui limite la production de rejets. Un entretien léger est indispensable pour arracher les rejets de rhizomes sur une ou deux années et permettre à une végétation semée ou spontanée de s'installer.

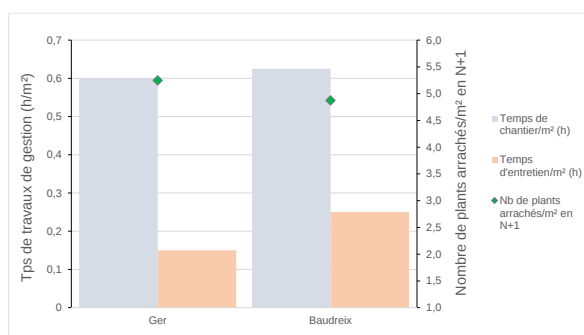


Fig. 14 : Temps des travaux annuels et nombre de plants arrachés par m² (08/02/23)

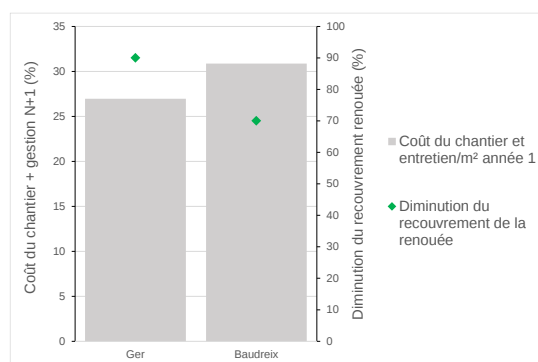


Fig. 15 : Coût du chantier et diminution du recouvrement végétal

Sur de petits foyers, ces techniques manuelles nécessitent 0,7 à 0,9 heure de travail pour traiter 1 m² de terrain envahi la première année. Les 2/3 de ce temps de travaux consistent à réaliser le chantier et le 1/3 restant à arracher les repousses et observer l'évolution du site. En ne comptant que les dépenses mobilisées sur le terrain, il faut prévoir environ 30 €/m² traité pour limiter le recouvrement du sol par la renouée de plus de 70%.

2.2.4 Arrachage mécanique de foyers

- Intérêt et conditions d'utilisation

Cette technique est très intéressante sur des foyers de Renouée du Japon poussant sur des sols meubles sur des sites déjà perturbés par des aménagements. En effet l'usage d'une pelle mécanique peut causer des dégâts environnementaux non négligeables et amplifier les processus d'érosion des sols. Avec dextérité, le conducteur de la pelle peut alors creuser suffisamment profond l'ensemble de la zone envahie pour que la terre soit traitée.

En fonction des chantiers, il peut être envisagé de :

- tamiser cette terre pour en enlever les rhizomes avant de la remettre en place
- d'enfouir cette terre profondément dans une fosse de plus de 2 m de profondeur qui sera recouverte avec plus d'1 m de terre sans renouée (solution utilisée dans ce cas).

Lorsque le matériel est sur place, cette technique permet de retirer les plants de Renouée en très peu de temps. Comme il est presque impossible d'enlever tous les fragments de rhizome de la terre remaniée, elle nécessite de réaliser des arrachages manuels des petites repousses pendant au moins un an.

- Expériences mises en œuvre en bordure de lac et de rivière (surf. traitée : 60 m²)

Les partenaires suivants ont été impliqués sur ce projet :

- Eco-Altitude pour la coordination de l'action
- PETR PLVG et Entreprise Soares Frère pour les travaux avec la pelle mécanique
- Entreprise Semences Nature pour les travaux et les suivis

Les travaux mis en œuvre sur une surface de 60 m² ont consisté à :

- faucher les tiges de Renouée et enlever les tiges de la zone,
- arracher le foyer avec le godet de la pelle mécanique et enfouir la terre contaminée dans une fosse à plus de 2 m de profondeur. Cette fosse a été recouverte de terre et semée.
- semer des plantes de prairie de fauche (100 kg/ha),
- épandre une couche de foin de prairie locale.

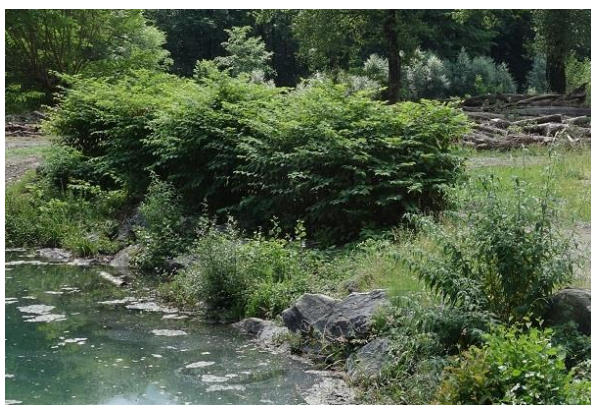


Fig. 16 : Etat initial de la berge (12/08/21)



Fig. 17 : Fauche et export des tiges (12/08/21)



Fig. 19 : Arrachage de la renouée (12/08/21)



Fig. 18 : Semis du site (15/09/22)

Etant donné que ces plants de Renouée provenaient de fragments de rhizome, un arrachage méticuleux a permis de prélever la quasi-totalité des systèmes racinaires.

Plusieurs plants ont été arrachés après chantier :

- 22 plants ont été arrachés le 15/10/2021
- 32 plants ont été arrachés le 03/06/2022
- 3 plants ont été arrachés le 05/09/2022.

Lors du dernier suivi 14 mois après arrachage, nous n'avons pas trouvé de rejet de renouée.



Fig. 20 : Végétation obtenue 14 mois après l'arrachage du foyer de Renouée (13/12/22)

Les plantes de prairie semées recouvraient totalement le sol un an après semis. Leur présence semble pénaliser l'expression des fragments de Renouée encore présents dans le sol. Afin de confirmer cela, nous observerons le site deux ou trois fois à partir du printemps 2023. Ce chantier n'a pas généré d'importantes dépenses car il était intégré dans un projet plus global de renaturation de cet espace anciennement aménagé.

Tableau 3 : Coût du chantier d'arrachage mécanique à Agos-Vidalos (surface : 60 m²)

<i>Postes de charges</i>	<i>Coût/m²</i>	<i>Coût chantier</i>	<i>Temps travaux (heure/1 actif)</i>	<i>Coût travaux chantier €</i>	<i>Coût travaux chantier/m² €</i>	<i>Coût total du chantier €</i>
<i>Coût du paillage et agrafe</i>	0,00	0,00				0,00
<i>Semences de prairie locales</i>	0,02	1,20				1,20
<i>Travaux d'arrachage et semis</i>			9,00	881,25	14,69	881,25
<i>Travaux d'entretien 1ère année</i>			3,25	101,56	1,69	101,56

Dépense totale terrain €	984,01
---------------------------------	---------------

Ces coûts sont sous-estimés car ils ne comprennent pas les frais d'amener/repli de la pelle mécanique.

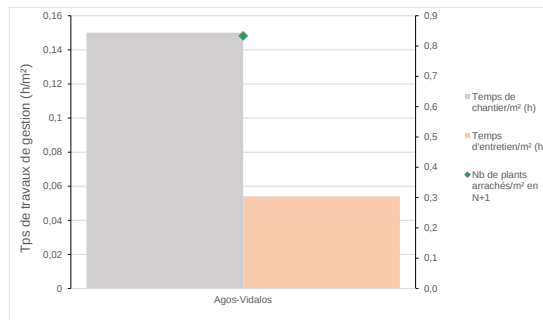


Fig. 21 : Temps des travaux et nombre de plants arrachés par m² la première année (08/02/23)

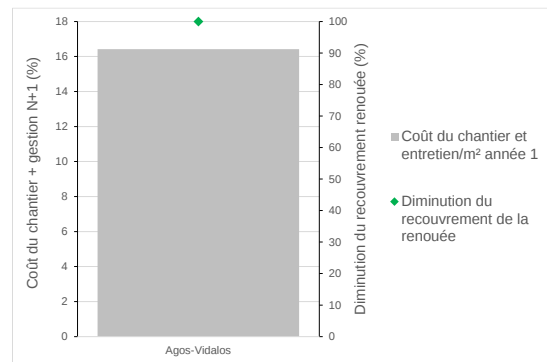


Fig. 22 : Coût du chantier et diminution du recouvrement végétal

Etant donné que l'arrachage mécanique de rhizomes a consisté à prélever en profondeur les rhizomes et à remplacer la terre du site envahi, le nombre de rejets observés après travaux était très faible. Sur une année, l'entretien réalisé était environ 4 fois moins élevé que celui effectué sur les foyers de Renouée du Japon arrachés manuellement. Le foyer traité semble a priori avoir été éradiqué. Dans ce cas, le coût de l'opération à la pelle mécanique n'était pas élevé car elle était déjà sur place au moment des travaux. Cependant, pour des chantiers d'arrachage spécifique, le prix d'une prestation avec une pelle mécanique peut s'avérer très élevé. Si la terre doit être criblée pour enlever les rhizomes avant d'être repositionnée, il faut alors une autre machine équipée d'un cribleur d'un diamètre inférieur à 10 mm. Le coût peut alors s'élever à plus de 3000 €/jour de travail.

2.3 L'installation de barrières mécaniques

2.3.1 Mulch de laine de mouton, frondes de fougères

Ces techniques visent à réduire la levée des nouvelles pousses de renouées. Elles peuvent être associées à des plantations de végétaux locaux visant à recouvrir durablement les sites traités. Ces paillages plus légers que des bâches plastiques peuvent être soulevés par les renouées. Nous nous sommes donc procurés un morceau de filet de pêche en nylon pour maintenir ces différents paillages au sol. Ce filet (non décomposable) sera ensuite coupé et récupéré. Les 3 types de matériaux suivants ont été testés :

- Une épaisseur de 30 cm de frondes de fougères brunies choisies pour leurs propriétés couvrantes et leur composition en substances toxiques à la croissance des plantes sous les frondes (Y. Dumas). Les fougères ont été récoltées à quelques mètres du site.
- Une couche de quelques centimètres d'épaisseur d'aiguilles de pin retenues pour un potentiel effet chimique inhibiteur sur la croissance des renouées.
- Le paillage épais de laine de mouton (déchet de nombreuses exploitations) est une ressource très dense utilisée en paillage pour gérer l'enherbement en maraîchage ou arboriculture. Sa dégradation lente la rend intéressante pour faire barrière à la renouée.

Ces trois types de mulch ralentissent la levée des tiges de Renouée mais sont vite transpercés.

2.3.2 Paillages biodégradables : Thorenap®

Le feutre biodégradable est une technique hybride entre le bâchage plastique (traitée au paragraphe suivant) et les méthodes de paillage naturel en matériaux bruts. Il permet de constituer une barrière physique aux renouées. Constitué de fibres végétales naturelles, il peut être laissé sur place. Il est plus résistant au moment de la pousse de la renouée puis est progressivement décomposé par l'activité biologique des sols. Il est important de traiter les bordures des foyers sur au moins deux mètres pour éviter la production de rejet de tiges sur les abords de la zone envahie.



Fig. 23 : Pose de Thorenap®

Le fournisseur de ce feutre est l'entreprise tarnaise Sotextho, qui a confectionné le Thorenap® pour lutter contre la renouée du Japon. Ce paillage lourd (1500 g / m²) a donné de relativement bons résultats dans le cadre du projet bien que sa durée d'efficacité technique soit souvent inférieure à 2 ans. Plus ou moins transpercé par la renouée la première année en fonction des conditions écologiques des sites, il permet de contenir les foyers. Pour être efficace sur une période d'un à deux ans, il est nécessaire de suivre les zones traitées pour arracher les quelques plants qui parviennent à le transpercer et combler les trous. Cette technique nécessite un investissement matériel élevé (environ 9 € / m² pour les deux couches de Thorenap® et les agrafes). L'utilisation du Thorenap®, comme celle d'autres techniques de bâchage ou même de mise en concurrence doit être déployée sur une surface supérieure à l'emprise du foyer car les rhizomes de renouées sont mobiles dans le sol, le risque de débordement du foyer aux abords directs de la zone traitée a déjà été révélée par de nombreux articles. (Evette et al., 2019 et Fennell et al., 2018). La distance supplémentaire à prévoir n'est pas définie mais elle peut dépasser plusieurs mètres dans des contextes de croissance favorables pour les renouées.

2.3.3 Bâche noire d'ensilage et transparente

Les deux bâches plastiques offrent des résultats similaires en termes de blocage de la renouée mais on observe deux phénomènes bien distincts :

- la repousse de rares tiges blanches sous la bâche noire (absence de photosynthèse)
- la présence de nombreuses tiges sous la bâche transparente en période fraîche et leur disparition en été.

Sous la bâche noire, les conditions de développement ne sont pas favorables. Quelques travaux évoquent la stratégie de fuite « Escape strategy » des foyers avec une surcroissance des rhizomes dans la latéralité (Martin et al., 2020). Il semblerait donc que la bâche ensilage noire favorise la « migration de foyers » par croissance latérale des rhizomes qui vont plus être amenés à émerger dans des conditions favorables. Sous la bâche transparente, la lumière et le microclimat créés favorisent la pousse de la renouée lorsque les journées ne sont pas trop chaudes (de février à mai et d'octobre à novembre). Cette dernière puise alors des ressources dans les sols pour croître jusqu'à ce que le feuillage soit plaqué contre le plastique. Lorsque les journées sont ensoleillées et chaudes, cette biomasse aérienne produite se retrouve alors complètement desséchée. L'alternance de ces deux phases pourrait donc contribuer à épuiser les réserves d'énergie de la Renouée du Japon.



Fig. 24 : Développement de la renouée sous la bâche



Fig. 25 : Tiges de Renouée desséchées

Tableau 4 : Comparaison des intérêts de l'utilisation de divers géotextiles et plastiques

Techniques	Bâche ensilage noire	Bâche plastique transparente	Feutre Bidim	Paillage Thorenap
Caractéristiques	Imperméable à l'humidité et à la lumière	Imperméable à l'humidité mais laisse passer la lumière	Perméable à l'eau et à la lumière	Perméable à l'eau et ne laisse que très peu passer la lumière
Coût au m ²	0.50 euros	2 euros	1 euros	9 euros
Efficacité	++	++	-	+
Remarques	Ni la lumière ni l'eau ne pénètrent sous cette barrière. Quelques repousses de renouées frêles et blanches sont observées. Couvrir le sol au-delà du foyer et maintenir la bâche sur au moins 3 cycles de végétation.	« Effet de serre » du fait que la lumière passe au travers. Le soleil brûle les parties aériennes. Couvrir le sol au-delà du foyer et maintenir la bâche sur au moins 3 cycles de végétation.	Le feutre est gondolé et ne résiste pas aux renouées qui poussent en dessous.	Posé en double épaisseur, le Thorenap constitue une barrière efficace les premiers mois après sa pose. Dans certaines conditions, sa dégradation, est rapide et les tiges le transpercent dès la première année. Cette technique est donc intéressante mais temporaire.

Pour l'ensemble des techniques de bâchage, nous avons observé la levée de tiges dans le moindre espace laissé libre. Il est nécessaire de bâcher bien au-delà de l'emprise du foyer traité.

2.3.4 Pose de grillage à mailles fines

Sur la Colline de la Bergerie à Cambo Les Bains, des plaques de grillage en métal à mailles fines (5mm) ont été disposées sur un foyer à 30 cm au-dessus du sol. L'objectif était d'empêcher le passage des cannes de renouée au travers des mailles. Au moment de la saison végétative, nous avons constaté qu'elle parvenait à pousser au travers des mailles avec des tiges d'un diamètre réduit. Au bout d'une certaine hauteur, un bourrelet se crée et la canne tombe d'elle-même en devenant trop lourde et fragile. En dessous du grillage, la Renouée recouvre complètement le sol.



Fig. 26 : Grillage installé pour bloquer la croissance de la Renouée (18/05/22)

Après discussion avec d'autres entreprises de gestion de plantes exotiques envahissantes, il est apparu que des techniques reposant sur la pose d'un grillage étaient en cours d'expérimentation et d'utilisation en France mais également du côté du Royaume-Uni. Les mailles de l'ordre du centimètre provoquent la chute des cannes de renouée et l'épuisement progressif des rhizomes dont la recharge en photo-assimilés est réduite (Roberts, 2017). Cette technique permet de limiter les interventions de fanage et de fauches car les cannes tombent d'elles mêmes au bout d'un certain moment. Il sera intéressant par la suite d'évaluer comment les plantes blessées par les mailles des grillages réagissent au stress reçu dans le temps (limitation des dépenses d'énergie pour ne pas en gaspiller, réallocation des ressources sur de nouveaux rhizomes et tiges situés en périphérie ...).

2.3.5 Mise en concurrence avec divers types de végétaux

Ces techniques sont basées sur l'installation de végétaux intéressants afin d'occuper l'espace des sites envahis et créer une concurrence défavorable à la renouée. Ces pratiques de génie écologique ont souvent recours à des végétaux sélectionnés pour imiter des processus observés dans la nature (Adam *et al.*, 2008). Ce terme apparu en France à la fin du 20^{ème} siècle se définit par « l'utilisation de plantes vivantes, de parties de celles-ci et de semences » pour restaurer des espaces (Rey, 2015). Au cours du projet, des semis d'herbacées, des plantations de ligneux et du bouturage de ronces ont été expérimentés. Les observations réalisées sont présentées ci-dessous :

2.3.6 Semis de mélanges herbacés divers

Cette technique a été expérimentée dans trois situations :

- Lorsque les rhizomes de Renouée ont été partiellement (50 %) enlevés à la pioche

Cette technique a été mise en œuvre sur le site de Cambo les bains qui est très favorable à la croissance de la Renouée du Japon. Différentes doses de semis ont été utilisées. Quelques mois plus tard, nous avons pu constater que la Renouée dominait complètement les plantes de prairies. Peu d'espèces de prairie ont réussi à pousser suffisamment pour avoir accès à la lumière (Dactyle aggloméré, Fromental, Fétuque élevée, Houle laineuse, Pâturin commun, ...).



Fig. 27 : Essais de semis de prairie (22/03/21)



Fig. 28 : Dactyle aggloméré, (18/05/2022)

- Lorsque les rhizomes de Renouée ont été quasi-complètement retirés

Cette technique a été mise en œuvre sur la berge du lac d'Agos-Vidalos (65). Les semis de prairie de fauche ont été amendés avec du fertilisant organique et du foin pour améliorer le sol. Seules quelques repousses de Renouée ont réussi à s'exprimer à travers le tapis herbacé la première année.



Fig. 29 : Suivi 8 mois après semis de prairie (03/06/22)



Fig. 30 : Pousses issues de fragments de rhizomes

- Lorsque la Renouée a été arrachée, recouverte de feutre et de 5 cm de terre

Cette expérience a été conduite sur le site de Ger. Les semis ont été réalisés après avoir recouvert le sol d'une couche de paillage Thorenap® et l'épandage de 5 à 10 cm de terre végétale locale.



Fig. 31 : Végétation 1 mois et 15 jours après semis (03/12/21)



Fig. 32 : Végétation 14 mois après semis (13/12/22)

- Conclusion sur les semis de plantes de prairies :

Même lorsque les semis de prairie couvrent complètement le sol dès la première année, la Renouée du Japon transperce les couches superficielles de sols tissés par les systèmes racinaires des plantes herbacées. Lorsque les conditions de sols lui sont favorables, cette faculté lui permet même de coloniser de vieilles prairies permanentes. Cependant la présence de plantes herbacées semble ralentir le développement de la renouée. Elle doit alors dépenser plus d'énergie pour franchir les obstacles et accéder à la lumière. Lorsque les rhizomes dans le sol sont de petites tailles, cette barrière semble être bien plus efficace voire fatale. Cette technique est donc à envisager en complément d'un arrachage méticuleux des parties racinaires de renouée. Des retours sur site pour extraire du sol les repousses de renouée doivent alors être prévus sur au moins deux ans, jusqu'à ce que le couvert herbacé soit suffisamment dense.

La présence de graminées compétitives à croissance rapide dans les mélanges est importante pour obtenir rapidement un couvert végétal efficace. Le suivi des sites semés en 2^e et 3^eme année permettra de vérifier l'efficacité de ces semis dans le temps sur le site d'Agos-Vidalos et de Ger. L'expérimentation de différents types de mélanges de semences pourrait permettre de mieux identifier les plantes les plus appropriées pour limiter le développement de la renouée (compétition spatiale, sur les ressources du sol, libération de substances allélopathiques...).



Fig. 33 : Maillage racinaire des graminées 14 mois après semis (13/12/22)

2.3.7 Implantation de ronces

La ronce est très intéressante pour concurrencer la Renouée du Japon car sa croissance est rapide et très étalée. Elle parvient bien à pousser au travers de la renouée et peut l'étouffer à moyen terme si des travaux de fanage sont réalisés au moment des pics de croissances de la renouée. Elle constitue un habitat et fournit des ressources favorables à une grande diversité d'espèces. D'un point de vue fonctionnelle, elle joue un rôle très important dans la succession végétale et la dynamique des écosystèmes. Elle favorise le développement d'arbres forestiers tels que les chênes. Par ailleurs, elle se bouture très facilement. Les essais mis en place consistaient à installer 2 à 3 plants/m² et à faner la renouée.



Fig. 34 : Zone de lutte avec la ronce, 06/10/2020



Fig. 35 : Concurrence entre ronce et renouée (06/10/20)

2.3.8 Plantation de jeunes plants ligneux

Cette technique consiste à planter des arbres déjà présents sur site à forte densité au milieu des foyers (2 à 3 plants/m²). L'objectif est de constituer rapidement une canopée ombragée visant à limiter l'activité de photosynthèse de la Renouée du Japon (Dommanget et al., 2019, Brasier et Loly, 2022). La saison suivant les plantations en automne, les renouées sont fauchées pour que les arbres dominent la végétation. A Cambo-les-Bains, plusieurs arbres ont été mis en place (le noisetier, le frêne, le cornouiller sanguin, le sureau noir, ...). Quatre à cinq fanages par saisons ont été réalisés sur un mètre autour des plants afin de maximiser l'accès à la lumière en début de printemps quand la renouée est vigoureuse. Le frêne semble particulièrement adapté. Du fait de sa rapidité de croissance et des possibilités d'élagage qu'il offre il s'est avéré être le plus compétitif sur cette station.



Fig. 36 : Frêne de plus de 3 m trois ans après transplantation (18/05/22)

3 Analyses croisées des résultats

3.1 Efficacité relative des techniques

Sur les 11 techniques expérimentées, les plus efficaces pour réduire la présence de la renouée sont (cf : rectangle rouge fig. 37) :

- Arrachage quasi complet des plantes à la pelle mécanique et apport de terre suivi d'un semis de prairie (Arrach. Pel. Méc. + semis Agos-Vidalos)
- Arrachage manuel à la pioche des Renouées et pose d'un paillage de Thorenep avec apport de terre et semis de prairie (Arrach. Man. + thor. + semis Ger) ou sans autre intervention (Arrach. Man. + thor. Baudreix)
- Fauche des Renouées et pose de bâches en plastique transparent testé à Cambo Les Bains et à Bougarber (Plast. Transparent (Moy 2 Sites)) ou en plastique noir (Plast. Noir Bougarber)

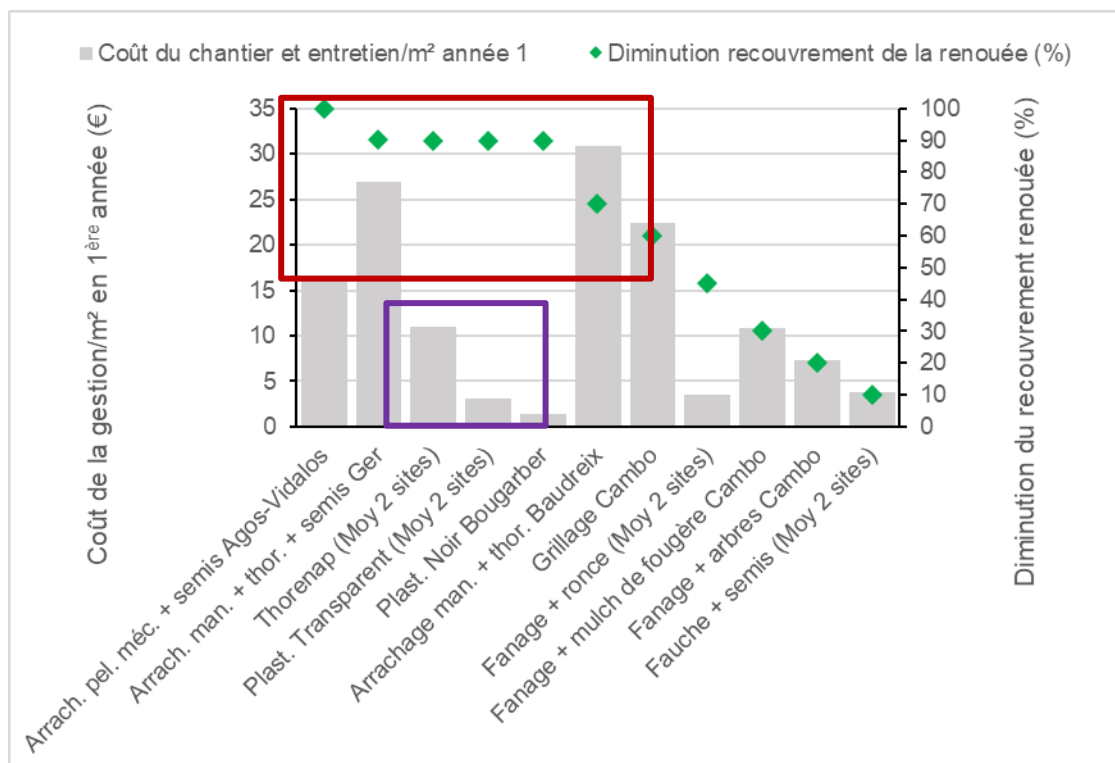


Fig. 37 : Relation entre coûts de gestion des techniques testées et diminution de la renouée

Les techniques basées sur l'installation de plastique sont les moins coûteuses (cf : carré violet Fig. 37). Bien que facile à mettre en œuvre, elles ont l'inconvénient de dégrader fortement l'environnement traité. Dans notre étude sur deux ans, nous ne pouvons pas garantir qu'elles provoquent une forte mortalité des plants. Il sera donc important de suivre la vigueur des rhizomes sous les bâches des zones traitées pour s'assurer que cette technique peut permettre d'éradiquer complètement des foyers en 3 ou 4 ans, afin que les plastiques puissent être ensuite retirés dans leur totalité.

Dans notre essai, la technique du grillage a donné des résultats mitigés car les grilles positionnées à 30 cm du sol ne se chevauchaient pas suffisamment pour empêcher la renouée de passer sur les bords. Elle a cependant permis de diminuer fortement sa croissance car les tiges qui ont poussé à travers les mailles se sont atrophiées puis cassées.

Les autres techniques expérimentées montrent des résultats plus nuancés. Ces techniques visant à exercer une compétition végétale sur les foyers de renouée après les avoir écrasés n'ont pas permis de contraindre fortement leur croissance. S'il est sûr que des semis d'engrais vert ne seront jamais suffisamment concurrentiels dans des stations favorables à la renouée, l'installation de ronces et de ligneux à croissance rapide pourrait jouer un rôle déterminant au bout d'au moins trois ans. Les sites où nous avons installé ces plantes concurrentes seront donc suivis pour suivre les phases de déclin de la renouée.

3.2 Temps de travaux et coûts des techniques de lutte

Le suivi des temps passés pour la mise en œuvre des techniques sur les chantiers et l'entretien des sites quelques mois plus tard nous montre que les techniques les moins chronophages sont :

- Pose de bâches plastiques (Plast. Noir et Plast. Transparent (Moy 2 sites))
- Pose de feutre de Thorenap (Thorenap (Moy 2 sites))
- Pose de grillage (Grillage Cambo)

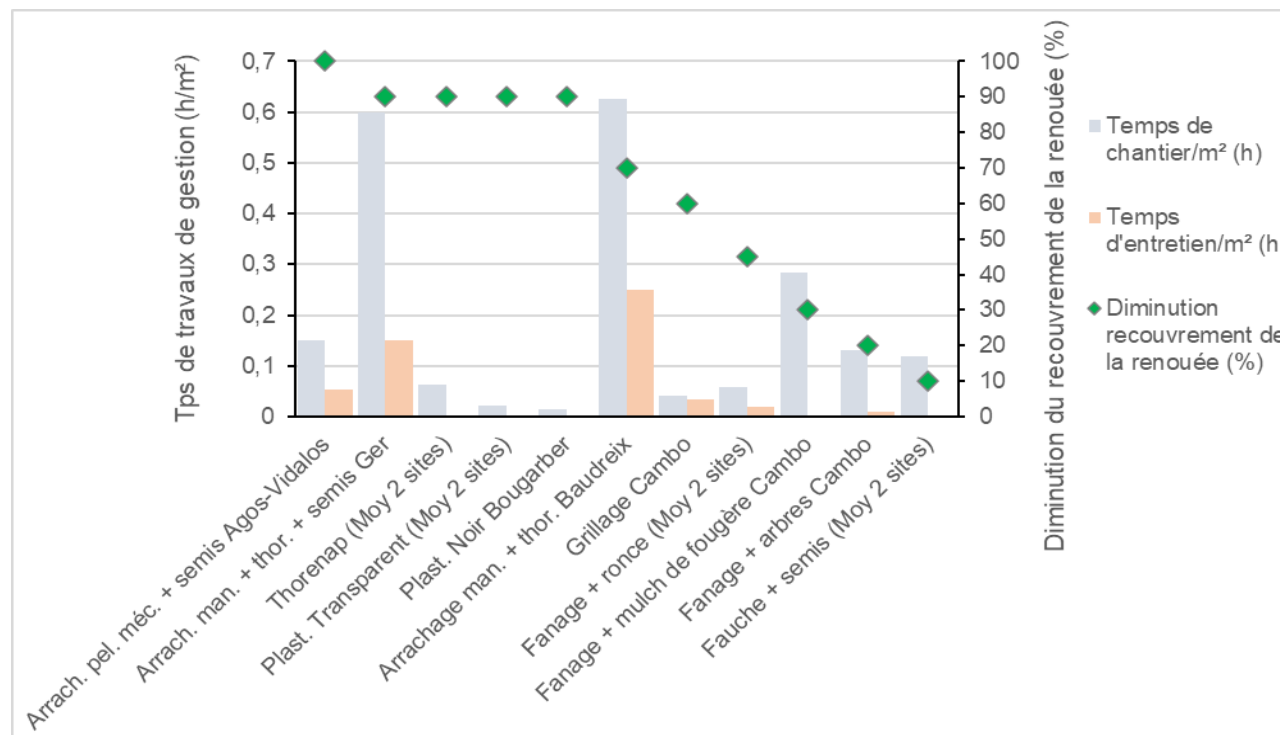


Fig. 38 : Temps de travaux des techniques testées pour gérer 1 m² de zone envahie de Renouée

Le recours à une pelle mécanique (Arrach. Pel. Méc. + Semis Agos-Vidalos) réduit aussi fortement le temps de travail par rapport aux arrachage réalisés à la pioche.

Du fait de la nécessité de répéter les interventions visant à coucher manuellement les tiges de renouée, cette technique est relativement chronophage. Cette pratique souple à mettre en place ne permet pas de limiter fortement le recouvrement des renouées (10 à 47% de diminution).

Les coûts des chantiers et de l'entretien des sites sont principalement composés du coût du travail des interventions et du coût du matériel mobilisé pour lutter contre la renouée (Fig. 40). Les deux techniques suivantes ont nécessité d'importants coûts de travaux et peu d'achats de matériel :

- Arrachage quasi complet des plantes à la pelle mécanique et apport de terre suivi d'un semis de prairie (Arrach. Pel. Méc. + semis Agos-Vidalos)
- Arrachage manuel à la pioche des Renouées et pose d'un paillage de Thorenap avec apport de terre et semis de prairie (Arrach. Man. + thor. + semis Ger) ou sans autre intervention (Arrach. Man. + thor. Boudreix)

D'autres techniques sont en revanche basées sur la simple pose de matériaux coûteux pour constituer des barrières mécaniques telles que :

- Pose de feutre de Thorenap (Thorenap (Moy 2 sites))
- Pose de grillage (Grillage Cambo)

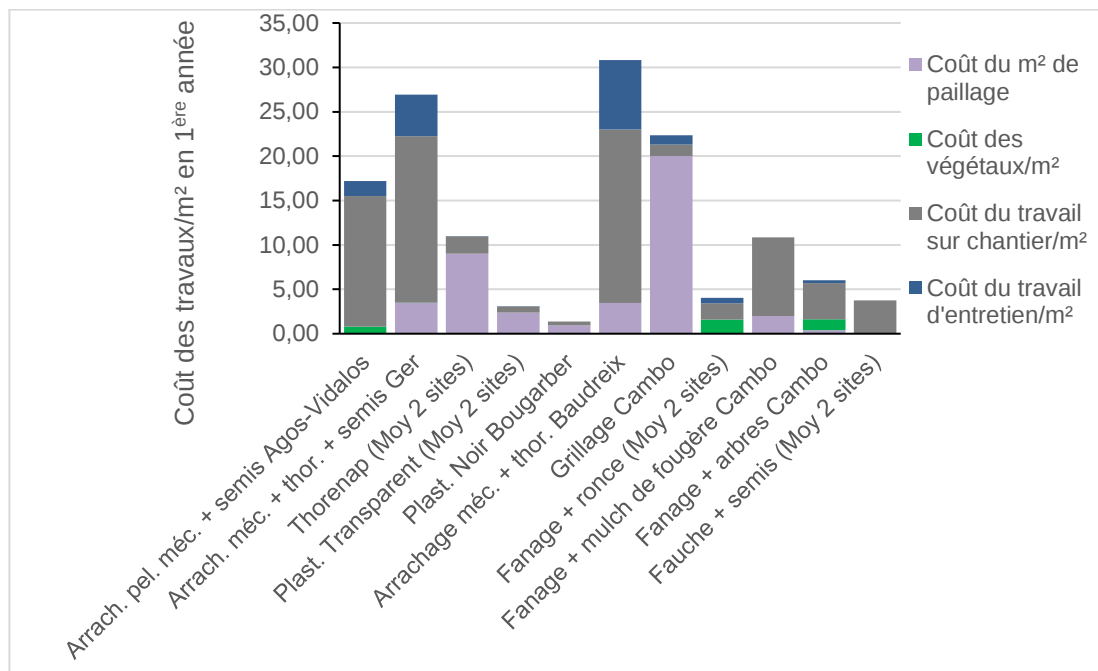


Fig. 39 : Postes de dépense des techniques de gestion de la renouée testées la première année

Comme les moyens humains pour gérer cette problématique sont très limités, les techniques basées sur l'utilisation de machines et de paillages adaptées semblent plus généralisables.

3.3 Effets des facteurs écologiques sur la vigueur de la renouée

Les sites d'intervention du projet ont été répartis sur le piémont pyrénéen entre Cambo-les bains et Lourdes (Agos-Vidalos). Cette dispersion géographique nous a permis de constater que la vigueur et la propagation de la renouée étaient différentes d'un site à l'autre. Les trois facteurs suivants jouent un rôle déterminant :

- L'habitat naturel envahi
- Le climat
- Le type de sol.

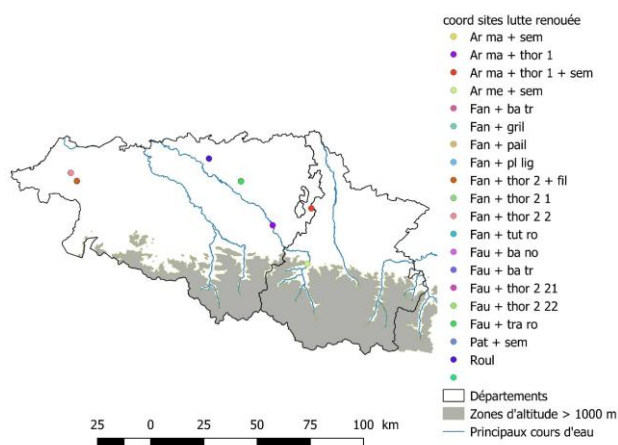


Fig. 40 : Localisation des sites expérimentaux

Etant donné que nous n'avons pas pu caractériser suffisamment les facteurs impliqués et les productions de biomasse de Renouée du Japon pour évaluer leurs interactions, nous ne représentons dans le tableau ci-dessous que des tendances perçues de manière empirique.

Une meilleure caractérisation de ces éléments lors de prochaines expérimentations nous semble très importante pour adapter les interventions. Ce projet nous a en effet permis de constater que lorsque les stations de renouée étaient présentes dans des conditions écologiques qui lui sont défavorables, les interventions ont été plus efficaces.

Tableau 5 : Dynamique naturelle de la Renouée du Japon sur les différents sites

Site	Milieu naturel	Compétitivité de la végétation naturelle sur le développement de la Renouée	Type de climat	Conditions édaphiques	Dynamique de la Renouée du Japon
Ger	Lisière, boisement récent d'acacia		Tempéré humide	Sol forestier pauvre	+
Cambo-les-Bains	Lisière forêt de chêne		Influences océaniques	Lisière forêt de chêne	+++
Larressore	Terre alluviale remaniée		Influences océaniques	Sol peu compacté	++
Bougarber	Terre alluviale remaniée		Tempéré humide	Sol alluvionnaire peu compacté	++
Baudreix	Prairie inondable pauvre		Tempéré humide	Alluvions sableuses pauvres	+
Agos-Vidalos	Berge de lac, végétation rudérale		Plus continental et sec	Alluvions sablo-limoneuses pauvres	+

Lors des suivis, nous avons notamment pu observer que la dynamique d'expansion de la Renouée était très lente sur les sols très pauvres en matière organique des sites de Baudreix et d'Agos-Vidalos. A Agos-Vidalos, le développement des Renouée du Japon était aussi limité par le niveau de compaction élevé et l'engorgement périodique du sol. Dans ces conditions, les systèmes racinaires des renouées sont beaucoup moins volumineux car ils contiennent moins de réserves. Après intervention les repousses mettent beaucoup de temps pour reconstituer des ressources ce qui facilite l'entretien. Il sera intéressant de voir si cette configuration permet d'épuiser les Renouée au point de l'empêcher de produire de nouvelles tiges.

3.4 Réflexion sur la pertinence des interventions

3.4.1 Des interventions avec des impacts souvent négligeables

Les expérimentations réalisées confirment que cette plante est extrêmement compliquée à éradiquer des milieux où elle s'est installée. Le développement des aménagements humains, le réchauffement climatique et les fluctuations de plus en plus marquées des cours d'eau favorisent sa dispersion sur l'ensemble du département des Pyrénées-Atlantiques. Pour être efficaces, les efforts devraient donc être orientés sur des sites stratégiques avec une cohérence d'ensemble à l'échelle du territoire concerné. L'identification de ces sites doit prendre en compte d'une part les enjeux écologiques et économiques de l'expansion de l'espèce et d'autre part les moyens humains et financiers mobilisables pour la contenir. Ce projet a permis d'organiser plusieurs concertations sur cette problématique avec des acteurs concernés. Ainsi, nous avons pu bénéficier des expériences et conclusions développées par divers gestionnaires de sites. Il ressort qu'il est important de focaliser les interventions sur les sites à enjeux.

D'après nos premières observations, il nous semble particulièrement pertinent d'intervenir dans des situations caractérisées par :

- *Arrivée récente d'un petit foyer dans une zone épargnée*
- *Petits foyers isolés sur des berges de rivière peu envahies sur les parties à l'amont*
- *Petits foyers isolés sur des routes, chemins et prairies entretenus par de la fauche*
- *Foyers de Renouée sur des sites où les travaux d'entretien sont nécessaires et coûteux (bord de route, voie ferrée, barrages dont le bon fonctionnement est incompatible avec la présence de végétaux envahissants)*
- *Foyers de Renouée dans des habitats naturels sensibles et ou des zones abritant des espèces rares et menacées inféodées à certains types de végétations*
- *Foyers de Renouée situés sur des sites naturels fréquentés par des visiteurs afin de sensibiliser le public sur cette problématique*
- *Foyers de Renouée sur des parcelles agricoles gérées sans pesticides.*

3.4.2 Proposition d'un arbre décisionnel à l'échelle de notre projet

Le projet qui se clôture par le biais de ce rapport nous a permis de statuer sur les avantages respectifs de diverses techniques. Les techniques expérimentées n'ont pas eu les mêmes effets sur la dynamique de la renouée. Ainsi, en fonction des objectifs des gestionnaires et des sites concernés, différentes techniques sont à préconiser. Le partage de fiche de retour d'expérience peut tout d'abord faciliter le choix des techniques (Annexe 1 et Annexe 2). L'arbre décisionnel ci-après peut aussi permettre d'orienter des choix de techniques de lutte en fonction des objectifs de gestion : de l'objectif de suppression à l'endiguement d'un foyer. Il propose un ou plusieurs choix de méthodes en fonction de multiples paramètres : la taille du foyer, le risque de dissémination, l'enjeu du site, Cet arbre résulte de la synthèse des différentes méthodes et de l'analyse des retours d'expériences.

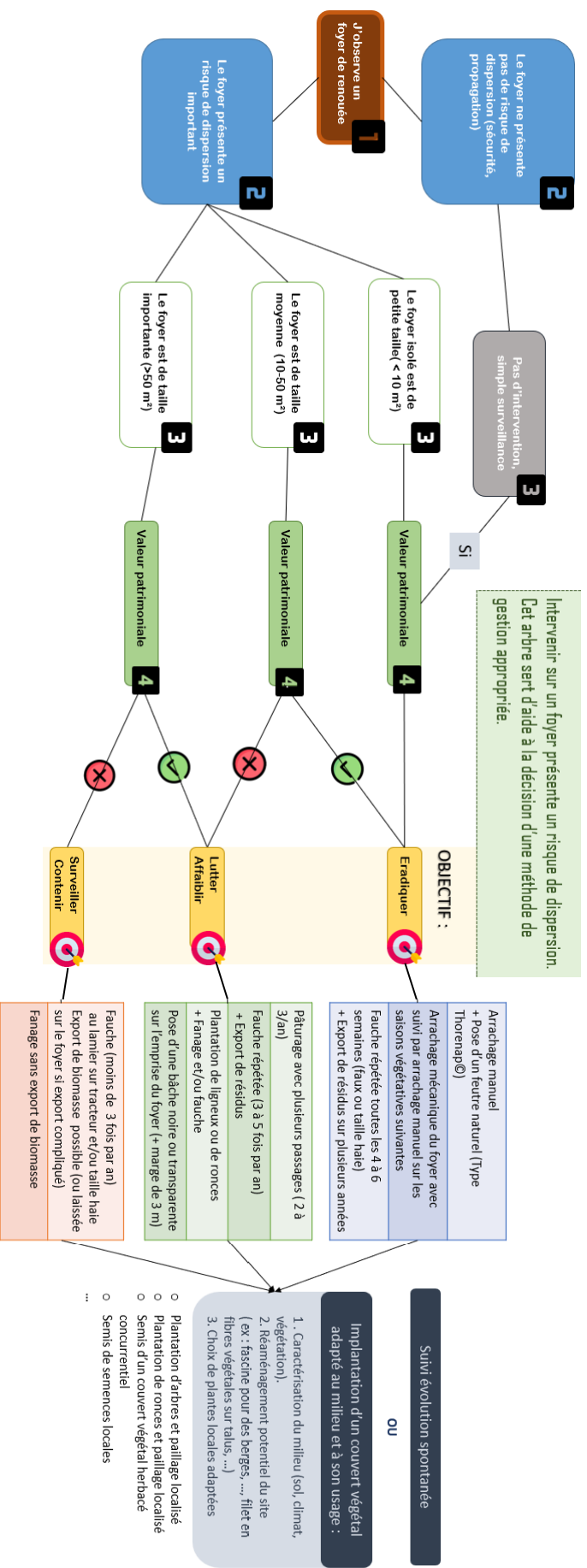


Fig. 41 : Arbre décisionnel d'appui au choix d'un mode de gestion d'un foyer de Renouée

3.5 Perspectives pour affiner les pratiques de gestion

3.5.1 Adaptation des pratiques

- Installation de tranchées comme barrière mécanique

Cette technique semble intéressante sur des milieux ouverts sensibles à l'envahissement peu fréquentés par des marcheurs. Elle pourrait cantonner cette espèce sur son foyer historique et limiter ainsi fortement les risques de dispersion. Dans le cadre du projet, nous avons pu observer que le système racinaire de cette plante explore rarement les horizons profonds du sol composés d'éléments minéraux tassés. L'installation de tranchées comme barrière mécanique de 1 m de profondeur et 40 cm de largeur nous permettrait aussi d'observer les rhizomes et évaluer le fonctionnement physiologique des plants.

- Protocole proposé pour tester l'effet de grillage métallique.

Plusieurs publications montrent l'intérêt de la pose de grillage métallique avec des mailles carrées de 0,5 à 1 cm de côté. En Angleterre, il a été démontré que la fragilité générée au niveau du collet par les mailles du grillage stresse le développement de la renouée. En plus de rendre les tiges bien plus sensibles à la verse, il semblerait que les plants de renouée libèrent alors des hormones pour inhiber leur propre développement. Nous proposons donc d'essayer cette technique en utilisant différents types de grillage dans le cadre d'un protocole expérimental. Afin de pouvoir évaluer sérieusement leur intérêt, des zones témoins non traitées seront laissées à côté. Les parcelles expérimentales seront aussi séparées de tranchées pour éviter les flux de biomasse via les rhizomes.

3.5.2 Développement de nouvelles techniques

- Protocole proposé pour tester l'effet de substances allélopathiques

Les renouées asiatiques sont des plantes pionnières à croissance très rapide et capables de modifier les propriétés physico-chimiques de leur environnement par la sécrétion de composés allélopathiques (Siemens *et al.*, 2007). Cela a pour conséquence d'empêcher la croissance de nombreuses espèces végétales (Lavoie *et al.*, 2017). Il serait intéressant d'évaluer aussi si des molécules produites par des plantes natives peuvent empêcher la croissance de la renouée. Pour le moment, il semble que les substances libérées par le Sureau hièble sont efficaces mais cela est difficile à démontrer (Brasier et Joly, 2022). Nous comptons donc échanger avec des chercheurs spécialisés pour mieux évaluer le potentiel de substances allélopathiques prometteuses. Si besoin, nous pourrions mettre en place des protocoles rigoureux basés sur des suivis quantitatifs de paramètres sur la croissance de la renouée et les caractéristiques des sols. Cela nous permettrait aussi de mieux évaluer les principaux facteurs qui contribuent aux différences de développement de la renouée observées à la suite des traitements.

- Gestion de sites avec une faucheuse aspirante

Dans d'autres régions, des gestionnaires ont développé des faucheuses aspirantes (Noremat). Cette machine nous semble intéressante car elle permettrait de traiter de grandes surfaces à un coût limité sans disperser de fragments de renouées. Une étude de faisabilité technico-économique pourrait être envisagée pour bien évaluer son potentiel dans le contexte des Pyrénées-Atlantiques. On pourrait imaginer l'acquisition d'une à deux machines de ce type qui circulerait sur les différentes routes du département du printemps à la fin de l'été.

4 Conclusion et perspectives

Ce premier projet nous a permis d'expérimenter plusieurs techniques à fort potentiel dans différents contextes. Sur tous les sites, les interventions développées ont permis de réduire la production de biomasse de la Renouée. Les deux facteurs suivants ont fortement influencé les résultats obtenus un an après les chantiers mis en œuvre :

- Techniques mobilisées sur les parties vitales des plants de renouée traités
- Conditions écologiques et notamment édaphique du milieu (vigueur de la Renouée)

Pour envisager une gestion durable de cette problématique, les coûts d'interventions doivent être pris en compte. L'intérêt des pratiques utilisées peut donc être évalué en prenant en compte un ratio entre la diminution du recouvrement de la Renouée espéré et le coût de la mise en œuvre des travaux de gestion du foyer traité.

Ces premiers essais nous incitent à cibler des interventions qui visent à épuiser les plants de Renouée pour stopper leur emmagasinement de réserves dans les rhizomes. Ces travaux doivent être menés et suivis sur des périodes suffisamment longues pour évaluer les possibilités d'empêcher le bon fonctionnement physiologique des individus traités. Il semblerait en parallèle important d'étudier plus sérieusement les conditions de sols et de climat les plus favorables à la croissance de la Renouée pour arriver à mieux ajuster les moyens de luttés.

Les échanges développés avec diverses structures traitant cette problématique nous conduisent à vouloir expérimenter les techniques suivantes :

- Utilisation de grillages métalliques qui bloquent la croissance des renouées et lui fait perdre beaucoup d'énergie
- Utilisation de substances allélopathiques
- Réalisation de tranchée en bordure des foyers pour limiter la propagation des rhizomes
- Fauche avec aspiration de tiges

Afin de pouvoir tirer des conclusions sur l'effet de ces paramètres, il sera important de mettre en place des dispositifs scientifiques permettant de comparer l'effet des traitements sur la production de biomasse des renouées et le contenu en réserve nutritive des rhizomes.

Dans une situation où la dispersion de cette espèce par l'homme est plus significative que les interventions très localisées pour la contenir, les travaux expérimentaux envisagés seraient mis en œuvre sur des sites à fort enjeux environnementaux et sociaux.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Dépenses mobilisées sur le chantier d'arrachage de renouée à Ger (surface : 40 m ²)	9
Tableau 2 : Dépenses mobilisées sur le chantier d'arrachage de renouée à Baudreix (surface : 16 m ²)..	11
Tableau 3 : Coût du chantier d'arrachage mécanique à Agos-Vidalos (surface : 60 m ²)	13
Tableau 4 : Comparaison des intérêts de l'utilisation de divers géotextiles et plastiques	16
Tableau 5 : Dynamique naturelle de la Renouée du Japon sur les différents sites.....	24

Liste des figures

Fig.1 : Renouée du Japon installée depuis plus de 50 ans	3
Fig.2 : Localisation des sites expérimentaux	6
Fig.3 : Fauche au lamier (16/09/21)	7
Fig. 4 : Chantier d'arrachage (16/09/21)	8
Fig. 5 : Pose du paillage en fibres de chanvre.....	8
Fig. 5 : Déracinement.....	8
Fig. 7 : Semis de la couche de terre déposée	8
Fig. 8 : Végétation obtenue 7 mois après (03/06/22).....	9
Fig. 9 : Végétation obtenue 13 mois après (13/12/22).....	9
Fig. 10 : Foyers de Renouée après une gelée tardive et avant arrachage (08/04/22).....	10
Fig. 11: Traitement des 3 foyers (08/04/22).....	10
Fig. 12 : Foyer de Renouée 3,5 mois après chantier (25/07/22)	10
Fig. 13 : Foyer de Renouée 7 mois après (08/02/23)	10
Fig. 14 : Temps des travaux annuels et nombre de plants arrachés par m ² (08/02/23).....	11
Fig. 15 : Coût du chantier et diminution du recouvrement végétal	11
Fig. 16 : Etat initial de la berge (12/08/21)	12
Fig. 17 : Fauche et export des tiges (12/08/21)	12
Fig. 18 : Semis du site (15/09/22)	12
Fig. 19 : Arrachage de la renouée (12/08/21)	12
Fig. 20 : Végétation obtenue 14 mois après l'arrachage du foyer de Renouée (13/12/22).....	13
Fig. 21 : Temps des travaux et nombre de plants arrachés par m ² la première année (08/02/23)	14
Fig. 22 : Coût du chantier et diminution du recouvrement végétal	14
Fig. 23 : Pose de Thorenap®.....	15
Fig. 24 : Développement de la renouée sous la bâche	16
Fig. 25 : Tiges de Renouée desséchées	16
Fig. 26 : Grillage installé pour bloquer la croissance de la Renouée (18/05/22)	17
Fig. 27 : Essais de semis de prairie (22/03/21).....	18
Fig. 28 : Dactyle aggloméré, (18/05/2022).....	18
Fig. 29 : Suivi 8 mois après semis de prairie (03/06/22).....	18
Fig. 30 : Pousses issues de fragments de rhizomes	18
Fig. 31 : Végétation 1 mois et 15 jours après semis (03/12/21)	18
Fig. 32 : Végétation 14 mois après semis (13/12/22)	18
Fig. 33 : Maillage racinaire des graminées 14 mois après semis (13/12/22)	19
Fig. 34 : Zone de lutte avec la ronce, 06/10/2020	19
Fig. 35 : Concurrence entre ronce et renouée (06/10/20)	19
Fig. 36 : Frêne de plus de 3 m trois ans après transplantation (18/05/22)	20
Fig. 37 : Relation entre coûts de gestion des techniques testées et diminution de la renouée.....	21
Fig. 38 : Temps de travaux des techniques testées pour gérer 1 m ² de zone envahie de Renouée	22
Fig. 39 : Postes de dépense des techniques de gestion de la renouée testées la première année	23
Fig. 40 : Localisation des sites expérimentaux	23
Fig. 41 : Arbre décisionnel d'appui au choix d'un mode de gestion d'un foyer de Renouée.....	26

Bibliographie

- Adam, P., Debiais, N., Gerber, F., Lachat, B., 2008. Le génie végétal, Un manuel technique au service de l'aménagement et de la restauration des milieux aquatiques, ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables
- Alberternst, B. & Böhmer, H.J. 2006. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Fallopia japonica*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org
Date of access: x/x/201x
- Brasier, W., Joly, C., 2022. Méthodes de luttres à base de compétition interspécifique, de paillage et d'entretien mécanique régulier contre la renouée du Japon : retour sur six ans de suivi. *Science Eaux & Territoires* (39), 15-19 <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2022.39.7190>
- Dommanget, F., 2014. Interactions entre espèces invasives et communautés végétales des berges de cours d'eau : vers l'utilisation du génie écologique dans le contrôle des renouées asiatiques. Sciences de l'environnement. Doctorat Ecosystèmes et Sciences agronomiques, Montpellier SupAgro, Français. tel-02601098
- Dommanget, F., Evette, A., PIOLA, F., Rouifed, S., Brasier, W., 2019. État de l'art des techniques de génie végétal pour contrôler les renouées, *Revue Science Eaux & Territoires*, Renouées envahissantes - Connaissances, gestions et perspectives, numéro 27, p. 74-79, 14/06/2019. DOI : [10.14758/SET-REVUE.2019.1.13](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2019.1.13).
- Dommanget, F., Evette, A., Piola, F., Thiébaud, M., Martin, F-M., Rouiffed, S., Dutarte, A., Sarat, E., Lavoie, C., Cottet, M., Boyer, M., Rivière-Honneger, A., 2019. Les renouées asiatiques, espèces exotiques envahissantes, *Revue Science Eaux & Territoires*, Renouées envahissantes - Connaissances, gestions et perspectives, numéro 27, p. 8-13, DOI : [10.14758/SET-REVUE.2019.1.02](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2019.1.02).
- Dommanget, F ; Duc, H., 2019. Portrait esquissé du génie végétal en tant qu'outil de gestion des renouées asiatiques : Disponible sur : [Portrait esquissé du génie végétal en tant qu'outil de gestion des Renouées asiatiques – Centre de ressources \(especes-exotiques-envahissantes.fr\)](http://www.centre-de-ressources-especes-exotiques-envahissantes.fr)
- ROBERTS, N., 2017.
- Evette, A., Breton, V., Petit, A., Dechaume-Moncharmont, C., Brasier, W., 2019. Les techniques de bâchage pour le contrôle de la renouée, *Revue Science Eaux & Territoires*, Renouées envahissantes - Connaissances, gestions et perspectives, numéro 27,p. 62-67, 14/06/2019. doi : [10.14758/SET-REVUE.2019.1.11](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2019.1.11).
- Fennell, M., Wade, M., Bacon, K.L., 2018. Japanese knotweed (*Fallopia japonica*): an analysis of capacity to cause structural damage (compared to other plants) and typical rhizome extension, *PeerJ Life & Environment*, disponible sur : <https://doi.org/10.7717/peerj.5246>
- Lavoie, C., 2017. The impact of invasive knotweed species (*Reynoutria* spp.) on the environment: review and research perspectives. *Biological Invasions*, vol. 19, no 8, p. 2319-2337
- Martin, F-M., Dommanget, F., Lavallée, F., Evette, A., 2020. Clonal growth strategies of *Reynoutria japonica* in response to light, shade, and mowing, and perspectives for management. *NeoBiota* 56: 89–110. <https://doi.org/10.3897/neobiota.56.47511>
- Schnitzler, A., Muller, S., 1998. Écologie et biogéographie de plantes hautement invasives en Europe : Les renouées géantes du Japon (*Fallopia japonica* et *F. sachalinensis*), *Revue d'Ecologie* vol.53 ; doi : <http://hdl.handle.net/2042/54881>
- Rey, F., Gosselin, F, Doré, A., 2014. Ingénierie écologique Action par et/ou pour le vivant ? Editions QUAE
- Rouifed, S., Piola, F., Avoscan, C., Dommanget, F., 2019. Ecologie Chimique : quelles applications pour la gestion des renouées, *Sciences Eaux & Territoires* n°27
- Siemens, T.J., & Blossey, B., 2007. An evaluation of mechanisms preventing growth and survival of two native species in invasive bohemian knotweed. *American Journal of Botany* 94: 776–783
- SPIGEST., 2019. Guide pratique pour une gestion raisonnée des renouées asiatiques, disponible sur : [guide-de-gestion-des-renouees-asiatiques-invasives.pdf \(wordpress.com\)](http://www.spiGEST.org/guide-de-gestion-des-renouees-asiatiques-invasives.pdf)

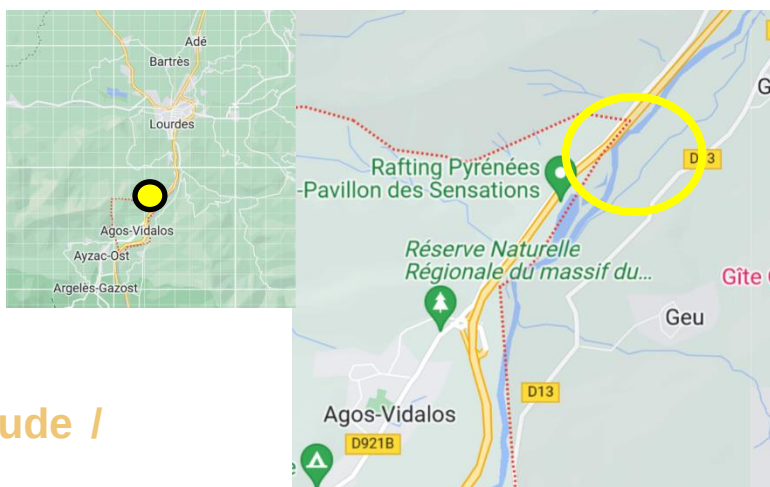
Annexe 1 : Fiche retour d'expérience pour de l'arrachage à la pelle mécanique



Renouées asiatiques

(Reynoutria sp.)

Arrachage mécanique de la renouée du Japon et ensemencement sur la base nautique d'Agos Vidalos (65400)



PETR PLVG / Eco-Altitude / Semence Nature

- Propriétaire et gestionnaire des espaces naturels sensibles sur le département des Pyrénées Atlantiques.
- Entreprises spécialisées dans les travaux de génie écologique et la récolte de semences sauvages.
- Contacts : Michael Sensas (PLVG) : michael.sensas@plvg.fr ; Brice Dupin (Eco-Altitude) : brice.dupin@eco-altitude.com ; Victor Basly (Semence Nature) : v.basly@semence-nature.fr

Le site de la base nautique d'Agos-Vidalos (65400) est situé au bord du gave de Pau à une dizaine de kilomètres au sud de Lourdes. C'est une ancienne base de loisirs. C'est un site qui a été aménagé pour des usages récréatifs. Les travaux ont facilité l'installation d'espèces exotiques envahissantes dont la Renouée du Japon. La renouée est présente sur une surface relativement réduite mais située au bord d'un étang.

Site d'intervention :

Nuisances en enjeux

Le site est aujourd'hui une zone renaturée gérée par la fédération de pêche. Le risque de dispersion du foyer est élevé car plusieurs intervenants gèreront ce site. Ce n'est pas un foyer isolé. Aux vues de la faible surface envahie et de des enjeux écologiques et économique du site, il est important de mettre en place une gestion de l'espèce sur ce site. L'objectif est d'éradiquer la renouée de la zone car elle se propage rapidement et empêche le développement d'espèces natives.

Interventions

L'objectif étant de supprimer la renouée du site, des moyens importants ont été mobilisés pour maximiser les chances de réussite. Il a donc été réalisé un arrachage mécanique de la renouée en profitant d'une pelle mise à disposition dans le cadre des travaux.

Les travaux mis en œuvre ont consisté à :

- faucher les tiges de Renouée et enlever les tiges de la zone,
- arracher le foyer avec le godet de la pelle mécanique,
- semer des plantes de prairie de fauche (100 kg/ha),
- épandre une couche de foin de prairie locale.

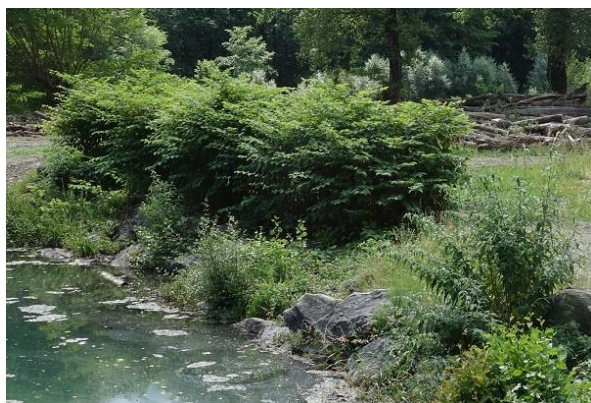
Cette technique est très intéressante sur des foyers de Renouée du Japon poussant sur des sols déjà perturbés par des aménagements. En effet l'usage d'une pelle mécanique peut causer des dégâts environnementaux non négligeables et amplifier les processus d'érosion des sols. Le sol a été creusé sur une profondeur maximale de 1m.

Selon les conditions de chantier, il peut être décidé de :

- tamiser cette terre pour en enlever les rhizomes avant de la remettre en place
- d'enfouir cette terre profondément dans une fosse de plus de 2 m de profondeur qui sera recouverte avec plus d'1 m de terre sans renouée.

Lorsque le matériel est sur place, la pelle permet de retirer les plants de Renouée en très peu de temps. Etant donné qu'il est presque impossible d'éviter la chute de fragments de rhizomes dans la terre remaniée, il est nécessaire de revenir sur site pour réaliser des arrachages manuels pendant au moins un an. Les repousses sont alors de petites tailles et faciles à arracher.

- Expériences mises en œuvre en bordure de lac et de rivière



Etat initial de la berge (12/08/21)



Fauche et export des tiges (12/08/21)



Arrachage de la renouée (12/08/21)



Semis du site (15/09/22)

Etant donné que ces plants de Renouée provenaient de fragments de rhizome, un arrachage méticuleux a permis de prélever la quasi-totalité des systèmes racinaires.

Plusieurs plants ont été arrachés après chantier :

- 22 plants ont été arrachés le 15/10/2021
- 32 plants ont été arrachés le 03/06/2022
- 3 plants ont été arrachés le 05/09/2022.

Lors du dernier suivi 14 mois après arrachage, nous n'avons pas trouvé de rejet de renouée.



Végétation obtenue 14 mois après l'arrachage du foyer de Renouée (13/12/22)

Les plantes de prairie semées recouvraient totalement le sol un après semis. Leur présence semble pénaliser l'expression des fragments de Renouée encore présents dans le sol. Afin de confirmer cela, nous observerons le site deux ou trois fois à partir du printemps 2023.

Coûts financiers

Tableau : Coût du chantier d'arrachage mécanique à Agos-Vidalos

Postes de charges	Coût/m ²	Coût chantier	Temps travaux (heure/1 actif)	Coût travaux chantier €	Coût travaux chantier/m ² €	Coût total du chantier €
Semences de prairie locales	0,80	1,20				1,20
Travaux d'arrachage et semis			9,00	881,25	14,69	881,25
Travaux d'entretien 1 ^{ère} année			3,25	101,56	1,69	101,56

Dépense totale terrain €

984,01

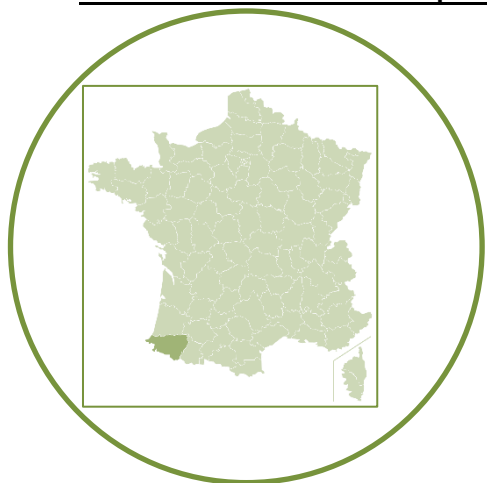
Ces coûts sont sous-estimés car ils ne comprennent pas les frais d'aménagé/repli de la pelle mécanique.

Bilan

Les résultats de ce chantier sont très positifs. Etant donné que l'arrachage mécanique a consisté à prélever en profondeur les rhizomes et à remplacer la terre du site envahi, le nombre de rejets observés après travaux était très faible. Sur une année, l'entretien réalisé était environ 4 fois moins élevé que celui effectué sur les foyers de Renouée du Japon arrachés manuellement. Le foyer traité semble a priori avoir été éradiqué. Dans ce cas, le coût de l'opération à la pelle mécanique n'était pas élevé car elle était déjà sur place au moment des travaux. Cependant, pour des chantiers d'arrachage spécifique, le prix d'une prestation avec une pelle mécanique peut s'avérer très élevé. Si la terre doit être criblée pour enlever les rhizomes avant d'être repositionnée, il faut alors une autre machine équipée d'un cribleur d'un diamètre inférieur à 10 mm. Le coût peut alors s'élever à plus de 3000 €/jour de travail.

Perspectives

Le suivi d'éventuelles repousses va se poursuivre en 2023 afin de veiller à ce que le foyer ne reparte pas. Une attention sera aussi portée sur la zone d'enfouissement des déchets (à 5 m du précédent foyer) et recouverte aujourd'hui par une épaisseur de gravier concassé compacte.



Renouées asiatiques

(Reynoutria sp.)

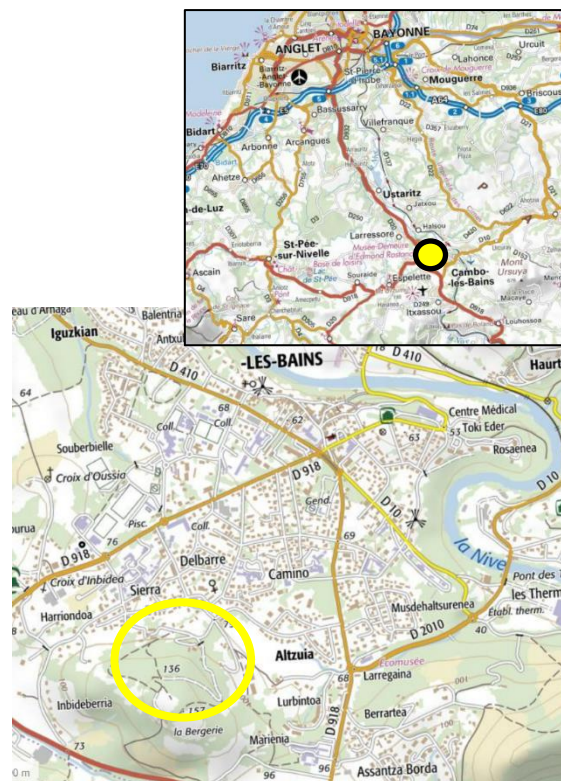
Essai de gestion de la Renouée du Japon sur le site de la Colline de la Bergerie

Conseil Départemental des Pyrénées Atlantiques / Eco-Altitude / Semence Nature

- Propriétaire et gestionnaire des espaces naturels sensibles sur le département des Pyrénées Atlantiques.
- Entreprises spécialisées dans les travaux de génie écologique et la récolte de semences sauvages.
- Restauration de milieux naturels colonisés par des espèces exotiques envahissantes très présentes sur le département 64.
- Contacts : Peio Lambert (CD64) : peio.lambert@le64.fr ; Brice Dupin (Eco-Altitude) : brice.dupin@eco-altitude.com ; Victor Basly (Semence Nature) : v.basly@semence-nature.fr

Site d'intervention :

Le site de la Colline de la Bergerie est situé sur la commune de Cambo-les-Bains au pays basque. Le terrain appartient au conseil départemental et il est, depuis les années 80, classé comme un espace naturel sensible. Ce sont des engins de travaux d'extraction des ruines qui ont amené des fragments de rhizomes de renouée du Japon (Reynoutria Japonica) il y a une trentaine d'années.



Le département a tenté de mettre en place des méthodes de lutte contre cette espèce depuis une dizaine d'années. Le projet porté au cours des deux dernières années a permis de remettre en place un certain nombre de ces essais et d'en essayer de nouvelles. Elles s'appuient sur des principes divers :

- Certaines constituent des obstacles physiques au développement de la Renouée (bâchage, grillages, ...)
- D'autres ont été mises en place pour une éventuelle compétitivité avec la renouée (plantation d'arbres, bouturage de ronces, semis herbacées)
- Plusieurs opérations de neutralisation de la biomasse ont été expérimentées (fauche manuelle, fauche mécanique, fanage). Ce document doit permettre de décrire et d'exposer les premiers résultats et constats sur des expérimentations qui sont toujours en cours.

Nuisances en enjeux

Le site est aujourd'hui en partie un lieu d'expérimentation de méthodes de lutte contre la renouée du Japon. Il accueille également des publics divers dans le cadre de journées de sensibilisations, scolaires, touristes, ... Une activité apicole est mise en place à côté des zones expérimentales. Sur le site de la Colline de la Bergerie, la Renouée est présente en juin 2021 sur une surface de près de 2000 m².

Impact sur l'écosystème :

Compétition avec les espèces natives et réduction de la biodiversité locale. Conquête progressive de la Renouée sur les zones ouvertes et les prairies de cet espace.

Impact sur les activités humaines :

Menace de la propagation de l'espèce sur la fréquentation du site et son attractivité.

Interventions

Des essais ont donc été mis en place à partir de septembre 2021 sur cet espace naturel sensible. Ces choix d'essais résultent de lectures, discussions sur l'état actuel des connaissances en termes de lutte contre les renouées. Ils s'appuient notamment sur des techniques de génie végétal associées à une fauche ciblée des renouées afin de faciliter la mise en place d'une concurrence végétale pérenne. Afin de sélectionner des espèces adaptées au milieu restauré, nous avons en premier lieu réalisé une caractérisation du milieu (sol, climat végétation) : le site est soumis au climat océanique, des températures douces et des précipitations importantes de 1387 mm par an (Climate data), très favorables à la renouée. Le sol est un Brunisol (Géoportail) sur lequel se développe un milieu forestier (chêne pédonculé, frêne, châtaigner) avec au sommet quelques zones de prairies de fauche et des populations de fougères aigles (*Pteridium aquilinum*).

❖ Neutralisation de la partie végétative de la Renouée :

Trois techniques différentes de neutralisation de la biomasse aérienne ont été testées entre le site de Cambo-les-Bains et les essais en bord de route sur la commune de Bougarber. Elles n'ont pas été testées seules mais en combinées avec d'autres méthodes.

- Deux techniques de fauche ont été essayées : une fauche manuelle (réalisée à la faux) et une fauche mécanisée à l'aide d'un lamier attelé à un tracteur pour les bords de route. Ces deux outils ont été sélectionnés pour la raison suivante : elles ne génèrent pas d'éclats/propagules à la différence de débrousailluses ou épareuses classiques.
- La dernière méthode de gestion de la biomasse aérienne correspond au « couchage ». C'est une action assez peu documentée sur la renouée du Japon mais qui est utilisée pour d'autres espèces. Elle consiste à coucher les tiges à l'aide d'un râteau ou d'un outil équivalent sans faire de coupe. La tige est cassée mais elle n'est ni fauchée ni exportée. Cette technique est rapide à mettre en place et doit permettre de réduire l'emprise en hauteur du foyer.

Ces trois actions sont préliminaires à l'installation de techniques de lutte. Elles doivent toutes permettre de faciliter la mise en place de ces mesures de gestion.

❖ Mise en place d'essais de barrières physiques sur la Renouée :

Plusieurs essais ont été mis en place au cours des dernières années afin d'empêcher la croissance de tiges de renouées. Ces barrières mécaniques bloquent l'accès à la lumière et/ou l'accès à l'eau.

Différents types de paillages/bâchages ont été testés :

- Bâche plastique noire et bâche transparente
- Feutre biodégradable Thorenap©
- Essais de pose de diverses matières naturelles en tant que paillage.
- **Bâche plastique noire et bâche transparente**

Les bâches plastiques noires sont les bêches utilisées pour l'ensilage. Elles ont été posées sur une centaine de mètres carrés, elles sont imperméables à l'eau et à la lumière. La bâche transparente quant à elle n'empêche pas la lumière d'atteindre le sol. La bâche ensilage a été mise en place au moins février 2018 tandis que les essais sur la bâche transparente ont été mis en place à partir de juin 2022. La bâche ensilage noire a été retirée 6 mois après avoir été posée.

Sur un second site d'expérimentation, nous avons renouvelé l'essai de pose de bâche ensilage posé en septembre 2021. La bâche est encore en place aujourd'hui. Les bâches ont été posées à la suite d'un fanage de la renouée, elles sont maintenues au sol par des boudins de sables. Les agrafes n'ont pas été choisies car elles facilitent la percée de tiges au niveau de ces zones fragilisées.

Sur le site de Cambo, il y a eu un décalage temporel entre ces deux méthodes. Cela empêche une comparaison d'efficacité entre ces deux techniques. Afin d'y remédier, un second site expérimental situé à Bougarber a été traité avec ces deux techniques afin de constater leurs effets respectifs avec des modalités et contextes identiques.

- **Feutre biodégradable Thorenap©**

Le feutre biodégradable est une technique hybride entre le bâchage plastique et les méthodes de paillage naturel en matériaux bruts. Il permet de constituer une barrière physique aux renouées. Il présente l'avantage d'être naturel donc peut être laissé sur place. Il est progressivement décomposé par l'activité biologique des sols sans porter le risque de pollution. Le coût de cette technique est d'environ 9 € / m² tandis qu'il est entre 1 et 2 euros/m² pour des bâchages plastiques plus classiques.



Rouleau de Thorenap

Le fournisseur du feutre en question est l'entreprise tarnaise Sotextho, qui a confectionné ce paillage lourd d'environ (1500 g/m²). Il est posé sur 2 épaisseurs perpendiculaires entre elles et recouvertes d'un filet en fibres végétales qui sert de protection.

- **Essais de pose de diverses matières naturelles en tant que paillage.**

Principe : réduire la levée des nouvelles pousses de renouées, par une action mécanique et/ou chimique.

3 types de matériaux ont été utilisés :

- Une épaisseur de 30 cm de **frondes de fougères** brunies choisies pour leurs propriétés couvrantes et leur composition en substances toxiques à la croissance des plantes sous les frondes (Y. Dumas). Les fougères ont été récoltées à quelques mètres du site.
 - Une couche de quelques centimètres d'épaisseur d'**aiguilles de pin** retenues pour un potentiel effet chimique inhibiteur sur la croissance des renouées.
 - Le paillage épais de **laine de mouton** (déchet de nombreuses exploitations) est une ressource intéressante et très dense utilisée en paillage pour gérer l'enherbement en maraîchage ou arboriculture. Sa dégradation lente la rend intéressante pour faire barrière à la renouée.
- Chacun de ces essais a été mené sur une surface de 6m².

❖ Mise en concurrence de la renouée par différentes techniques de génie végétal :

Différentes techniques ont été mobilisées. Elles cherchent à mettre en place une concurrence avec les tiges de renouées mais elles se différencient par la strate occupée par la végétation (herbacée, arbustive, buissonnante, ...) :

- Plantation d'arbres (frêne, châtaigner, noisetier) avec une densité de 3 plants/ m². La densité de plantation est assez importante afin de densifier la canopée et d'avoir de l'ombrage dès la première saison. Au bout de plusieurs saisons, seuls certains arbres survivront mais l'ombrage sera suffisant pour concurrencer la renouée, très sensibles au manque de lumière. Au cours des premières saisons, un fanage ciblé des renouées est mis en place pour permettre aux arbres d'accéder à la lumière.
- Bouturage de ronces (3 pieds/m²), la ronce semble efficace pour recouvrir la renouée du Japon. Elle a été sélectionnée car elle est naturellement présente sur le site et il a été constaté que certains ronciers parvenaient à passer par-dessus les foyers de renouée. Elle est très vigoureuse et elle pousse rapidement. La ronce a un intérêt réel comme habitat et comme ressource alimentaire pour une grande diversité d'espèces. Cette espèce, surnommée « berceau du chêne » est une candidate très intéressante pour la lutte contre la renouée mais également dans la dynamique des écosystèmes avec l'installation progressive d'espèces ligneuses.
- Semis d'espèces herbacées :



Ronce poussant au-dessus d'une renouée

L'objectif des semis d'herbacés est de constituer une strate dense et compétitive déjà en place en fin d'hiver au moment de la sortie de terre des renouées. C'est la raison pour laquelle les semis se font en fin d'été/début d'automne.

- Un semis d'un engrais vert hivernal composé d'espèces connues pour leurs propriétés couvrantes et désherbantes (Composition du mélange : Seigle Fourrager, Vesce d'hiver, Pois d'hiver, Trèfle squarosum) Ce semis est effectué à une densité élevée de 100 kg/ha pour maximiser la couverture du sol. Un ajout de moutarde blanche (*Sinapis vitalba*) a été effectué car cette espèce est connue en agriculture pour ses effets allélopathiques sur certains adventices.
- Un semis de semences locales récoltées sur les prairies d'éleveurs locaux. Ce sont des semences très diversifiées en termes d'espèces et ont l'avantage d'être bien adapté aux conditions pédoclimatiques de la zone. Le mélange se compose notamment de Féтуque élevée, Dactyle aggloméré, Houllque laineuse, Flouve odorante, Trèfle des prés, Vescs, Lotier corniculé, ...) Ce mélange est quant à lui semé à 150 kg/ha.

Résultats

Les essais de techniques de lutte ont produit des résultats. Plusieurs expérimentations sont toujours en cours, le suivi du site régulier permettra d'apporter de nouvelles observations au cours des prochains mois.

Les résultats sur les techniques de « neutralisation » directe de la biomasse ne peuvent être exploités de manière sérieuse car la fauche ou le fanage sont utilisés en tant que complément d'une autre technique et non pas comme une méthode à part entière. On peut néanmoins donner quelques éléments concernant ses actions. Deux ans de fanage n'ont pas permis de réduire la vigueur de la renouée contrairement à ce qu'affirment certains articles pour la technique de fauche répétée. Cette dernière permettrait de réduire l'emprise des foyers.

Les techniques de bâchage sont intéressantes. Elles permettent de limiter voire d'éviter le développement de foyer denses. Elles semblent bien adaptées sur des linéaires routiers où des questions de sécurité routière obligent une fauche des foyers.

Le Thorenap est efficace en première année avec de rares percées en première année au niveau des agrafes. Néanmoins, selon les contextes, le paillage est rapidement dégradé. Plusieurs percées ont lieu au travers de ce paillage fragilisé. Les bâches plastiques n'ont pas été agrafées et n'ont pas été percées par les cannes de renouées.

Des observations très différentes sont observées sur les deux types de bâches :

Bâche noire ensilage	Bâche plastique transparente
Aucune percée	Aucune percée
Peu de tiges poussent sous la bâche, cannes blanchâtres et fragiles	Forte densité de tiges vigoureuses mais de très petite taille
Présence de renouées aux abords directs de la bâche	Présence de renouées aux abords directs de la bâche
Tiges blanches, aucune végétation en dessous	Effet de serre : Croissance de la végétation mais tout brûle au moment des journées chaudes et ensoleillées.
Absence de lumière	Présence de lumière
Conditions de pousses non favorables	Alternance de conditions favorables et de stress qui dégradent la totalité de la biomasse aérienne à plusieurs reprises au cours de la saison.



Evolution de la biomasse sous la bâche transparente (hiver à gauche, printemps/été à droite)

Pour la bâche transparente, il est possible que les renouées puisent à chaque fois de l'énergie dans leurs rhizomes afin de produire des tiges mais sans pouvoir recharger en énergie ces organes de réserve. Il est donc probable que cette situation génère un épuisement progressif du foyer. On notera que la renouée est présente aux abords directs de la surface bâchée ce qui signifie qu'il est important de bâcher au-delà de l'emprise du foyer.

Les techniques de paillage à base de matières naturelles ont montré des résultats qui n'ont pas été satisfaisants. Les renouées parviennent à pousser au travers de ces matières. On ne peut donc pas dire que ces techniques soient efficaces. Néanmoins, des essais supplémentaires avec ces techniques pourraient être menés avec une épaisseur de paillage plus importante. Il pourra être intéressant de combiner ces couvertures avec d'autres techniques : au pied de jeunes plants de ronces ou de jeunes ligneux afin de se passer de l'entretien de fauche au cours des premiers mois de mise en place des essais. Les essais de génie végétal (toujours en cours) produisent des résultats encourageants. Seuls les semis d'herbacées n'ont pas été efficaces. Nous en avons conscience avant de lancer les essais mais l'utilisation d'espèces allélopathiques dans les mélanges d'engrais verts avait nourri quelques espérances. Malgré une strate herbacée présente à la sortie de l'hiver, les renouées poussent très bien au travers de ces semis.

On constate que les ronces et les ligneux sont les techniques les plus prometteuses. Les ronces utilisent les cannes de renouées comme support et peuvent rapidement passer au-dessus. Elles finissent par complètement recouvrir le foyer de Renouée sans pour autant faire complètement dépérir les tiges de Renouée. Ces deux espèces peuvent coexister au moins dix ans ensemble mais la vigueur de la Renouée est alors beaucoup plus faible qu'en terrain nu.



Roncier et Renouée du Japon en hiver (décembre 2022)

La mise en place de jeunes ligneux adaptés aux conditions du site est encore plus efficace. Les essences plantées parviennent toutes à se développer au milieu des foyers. Le frêne est l'espèce qui croît le plus rapidement et semble être la plus concurrentielle. Avec des tailles dépassant trois mètres avant la troisième année, ces plants permettent déjà de constituer un ombrage réel sur les foyers de renouée. Une taille en têtard sur des sujets de 2 ans permettra de densifier le départ de branches latérales et de constituer plus rapidement un ombrage suffisant pour que la renouée ne puisse plus faire de photosynthèse.

Bilan et perspectives

Plusieurs essais mis en place au cours des deux années ont permis de réaliser de nombreuses observations. Certaines sont encourageantes tandis que d'autres ne seront pas conservées. Plusieurs expérimentations vont être poursuivies et associées à d'autres techniques. La mise en concurrence avec des végétaux indigènes apporte des résultats intéressants qui ouvrent la voie à une multitude de possibilités selon les contextes et les sites à restaurer. Néanmoins, une intervention humaine pour limiter la vigueur de la renouée reste nécessaire. Il sera donc intéressant d'expérimenter des dispositifs qui permettraient de limiter au maximum les interventions et de laisser 'exprimer une flore indigène. Sur un autre principe, des observations intéressantes ont été faites sur l'utilisation de la bâche transparente qui pourrait perturber fortement le cycle de développement de cette espèce. Par ailleurs, une réflexion a été menée pour mettre en œuvre plusieurs nouvelles méthodes. Le site de Cambo-les-Bains sera retenu comme site support pour les expérimentations.